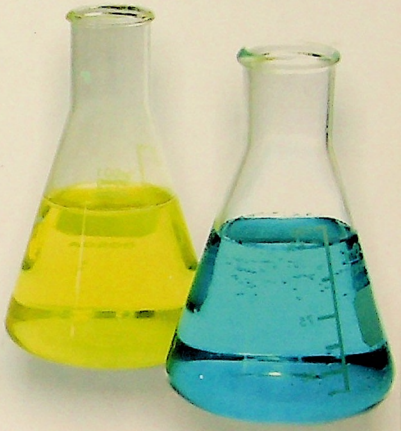
Nelson Santos
Eduardo Campos

TREINAMENTO EM QUÍMICA

IME - ITA- UNICAMP



EDITORA CIÊNCIA MODERNA

Nelson do Nascimento Silva dos Santos
Eduardo Campos França dos Santos

TREINAMENTO EM QUÍMICA

IME - ITA
UNICAMP

EDITORA CIÊNCIA MODERNA

Treinamento em Química – IME – ITA - UNICAMP

Copyright© Editora Ciência Moderna Ltda., 2009
Todos os direitos para a língua portuguesa reservados pela EDITORA CIÊNCIA MODERNA LTDA.
De acordo com a Lei 9.610 de 19/2/1998, nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito, da Editora.

Editor: Paulo André P. Marques
Supervisão Editorial: Camila Cabete Machado
Capa: Cristina Satchko Hodge
Diagramação: Janaína Salgueiro
Assistente Editorial: Patricia da Silva Fernandes
Revisão de Provas: Aline Vieira Marques

Várias **Marcas Registradas** aparecem no decorrer deste livro. Mais do que simplesmente listar esses nomes e informar quem possui seus direitos de exploração, ou ainda imprimir os logotipos das mesmas, o editor declara estar utilizando tais nomes apenas para fins editoriais, em benefício exclusivo do dono da Marca Registrada, sem intenção de infringir as regras de sua utilização. Qualquer semelhança em nomes próprios e acontecimentos será mera coincidência.

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, Nelson Silva dos; SANTOS, Eduardo Campos França dos.
Treinamento em Química – IME – ITA - UNICAMP

Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2009.

1. Química
I — Título

ISBN: 978-85-7393-794-7 CDD 540

Editora Ciência Moderna Ltda.
R. Alice Figueiredo, 46 – Riachuelo
Rio de Janeiro, RJ – Brasil CEP: 20.950-150
Tel: (21) 2201-6662/ Fax: (21) 2201-6896
E-MAIL: LCM@LCM.COM.BR
WWW.LCM.COM.BR **01/09**

PARA

Helena, minha mulher, que me tornou (como ela) totalmente dependente deste DEUS maravilhoso que enche nossas vidas de sentido;

Arthur Daniel, meu filho, meu grande amigo;

Patriccia Helena, Aline e Fernando, meus filhos do coração;

Andressa e Manuela, netas do Vô Nelson e da Vó Heleninha;

Deus, que orienta, ilumina e dá força;

Fernanda, minha esposa, companheira de todos os momentos;

Julia e Luisa, duas anjinhas, que me enchem de alegria;

meus pais, por toda paciência, dedicação e esforço;

este livro é dedicado.

PALAVRAS PARA NOSSAS VIDAS

O SENHOR me chamou desde o meu nascimento, desde o ventre da minha mãe fez menção do meu nome; fez a minha boca como uma espada aguda, na sombra da sua mão me escondeu; fez-me como uma flecha polida, e me guardou em sua aljava.

Isaías 49:1-2

Quem me dera fossem agora escritas as minhas palavras! Quem me dera fossem gravadas em livro!

Que, com pena de ferro e com chumbo, para sempre fossem esculpidas na rocha!

Porque eu sei que o meu Redentor vive e por fim se levantará sobre a terra.

Jó 19:23-25

Uns confiam em carros, outros, em cavalos; nós, porém, nos gloriaremos em o nome do SENHOR, nosso Deus.

Salmos 20:7

Porque Deus amou ao mundo de tal maneira que deu o seu Filho unigênito, para que todo aquele que nele crê não pereça, mas tenha a vida eterna.

João 3:16

Eis que estou à porta e bato; se alguém ouvir a minha voz e abrir a porta, entrarei em sua casa e cearei com ele, e ele, comigo.

Apocalipse 3:20

E acontecerá, depois, que derramarei o meu Espírito sobre toda a carne; vossos filhos e filhas profetizarão, vossos velhos sonharão, e vossos jovens terão visões; até sobre os servos e sobre as servas derramarei o meu Espírito naqueles dias.

Joel 2:28-29

Ora, àquele que é poderoso para fazer infinitamente mais do que tudo o que pedimos ou pensa-mos, conforme o seu poder que opera em nós, a ele seja a glória, na igreja e em Cristo Jesus, por todas as gerações, para todo o sempre. Amém!

Efésios 3:20-21

... e então se passaram 500 anos...

Hans Weiditz** · início do século XVI - cerca de 1520 · **An Alchemist

***Hans Weiditz** (c.1495-c.1536) foi um importante membro de um pequeno grupo de excepcionais gravadores da Renascença alemã, entre eles Albrect Dürer, Hans Holbein, e Hans Burgkmair.*

PREFÁCIO

Para Shakespeare, o homem é feito da matéria dos sonhos. E é essa matéria onírica que faz os vitoriosos sonhadores saborearem o sucesso porque acreditaram nele. Mais que isso, transformaram o sonho em realização. Este livro é, na mais pura tradução do singular, a obra cuja intenção do sonhador se concretizou em páginas célebres de conteúdo agradável e equilibrado, direcionado aos concursos Vestibulares. Engendrada por uma mente brilhante, esta obra vem preencher uma lacuna que, há muito, era óbice na jornada de estudantes de ensino médio em busca de uma vaga no ensino superior. Diante desta nova obra, eis-me aqui, contaminando leitores com minha admiração pelo trabalho do amigo-irmão Nelson Santos, a quem devo a honra de estar na condição de antecipar as letras de seu novo livro, agora em parceria com o professor Eduardo Campos.

À medida que aumenta em nosso País o interesse em torno dos concursos Vestibulares na área militar e na de ciências biológicas, particularmente na engenharia genética - onde a Química tem lugar assegurado - tanto maior se torna a necessidade de uma bibliografia especializada nas provas desses concursos, a fim de atender-se às expectativas dos estudiosos da matéria que se preparam para o ingresso ao ensino superior. Fazia falta uma obra que se caracterizasse tanto pela fidelidade interpretativa das questões, com vistas a uma resolução acertada baseada no detalhamento de cada opção, quanto por sua acessibilidade. ***Treinamento em Química – IME • ITA • Unicamp*** dá prosseguimento à obra do insigne Nelson Santos, auspiciosamente iniciada com **Problemas de Físico-Química – IME • ITA • Olimpíadas.**

A iniciativa em enfeixar em volume estudos variados de questões dos concursos Vestibulares realiza um dos sonhos mais louváveis do professor Nelson, cujo compromisso com concursos é marca circunscrita de sua trajetória acadêmica depois de tantos anos de lida e fadiga do magistério. Uma geração de alunos que recebe os ensinamentos de Nelson, quer através de suas admiráveis aulas, seguras, agradáveis e formadoras de verdadeiros alunos-profissionais, quer através de sua obra, guarda indeléveis recordações das lições ministradas por aquele que reúne num só Mestre, o amigo, o profissional e, antes de tudo, o condutor de alunos no árduo caminho do concurso Vestibular. Em sua laboriosa vida no magistério, tem caminhado muito, levando a centenas de jovens os saberes indispensáveis para descortinarem as riquezas da Química, a beleza das "ligações", o mergulho nas "reações". Tanto verdade, quanto fato, que seu co-autor é também seu ex-aluno.

Agora, ao apresentar uma obra comentada ladeando seus posicio-

namentos teóricos aos das bancas examinadoras desses concursos, mostram os professores Nelson e Eduardo a variedade de métodos aplicáveis às várias formas de resolver as questões de Química. O livro desponta, por isso, como um trabalho palpável, forte, sólido e, especialmente, produtivo - na medida exata do *saber* articulado ao *prazer*. Os autores partem de questões de concursos com os mais variados conteúdos, conduzindo o leitor gradativamente aos sucessivos modelos de cobrança de cada banca examinadora discutida em tela. A abordagem empregada é bem didática: após a apresentação das questões, os autores enunciam os princípios fundamentais da Química na resolução das questões, focalizando os recursos passíveis de aproveitamento para a solução de problemas. O êxito do trabalho credita-se também ao fato de esses dois expoentes do magistério não imporem o saber, mas o compartilharem com aqueles que o recebem.

O resultado dessa valiosa elaboração é um material didático de qualidade, contendo não somente o apoio teórico pertinente ao conteúdo e o modo de cobrança dessas provas, mas principalmente uma leitura crítica, que alerta os candidatos para as tendências de cada concurso na abordagem dos conteúdos, com vistas a minimizar a deficiência de ensino e de aprendizagem da Química. A obra fornece, pois, subsídios aos candidatos (bem como aos docentes que preparam tais candidatos) para desvelar o que se encontra por trás dos enunciados e das opções de resposta a cada questão de prova.

Assim, que os estudantes, professores e estudiosos da fascinante, desafiadora alquimia, hoje multifacetada graças ao vento renovador soprado pelas novas ciências, utilizem este livro com proveito e prossigam seus estudos nas mais renomadas instituições de ensino superior deste País.

Rosane Reis

INTRODUÇÃO

Você decidiu fazer uma preparação de alto nível para um exame vestibular desafiador? Nós temos uma palavra para você.

Vamos falar sobre desafio e vitória. Tenho a mais absoluta certeza de que você conhece a história bíblica de Davi e Golias. Mas, provavelmente, você não conhece a história da segunda luta entre Evander Holyfied e Mike Tyson. Sim, a luta em que Tyson mordeu a orelha de Holyfield e teve sua carreira praticamente encerrada.

Tyson era considerado imbatível. Era o Golias daquela noite. Era o Ameaçador. Holyfield tinha o maior desafio de sua vida. Mas ele o encarou como oportunidade!

Você sabe o que significa entusiasmo? A palavra entusiasmo tem origem grega. Vem de en Theos mos, ou seja, ter Deus dentro. Deve ser por isso que as pessoas entusiasmadas pela vida, pelo trabalho e por aprender parecem irradiar uma certa luz...

Holyfield entrou no ring com sua equipe cantando:

Se o espírito de Deus está em mim,
Eu luto como Davi.
Se o espírito de Deus está em mim,
Eu venço como Davi.

O resultado da luta, todos sabemos.

Eu não sei qual é o seu Ameaçador, qual é o seu Golias. O que sei é que você chegou até aqui, fez seu trabalho, fez seu sacrifício (não há vitória sem sacrifício), deu seu melhor esforço pessoal com todo o entusiasmo (Theos!!!)

Qual é o seu Golias? O IME? O ITA? A Unicamp? Outro concurso? Não importa. Se você tem entusiasmo, tem Deus dentro de você, sua é a vitória.

P.S. Evander Holyfield subiu ao ringue vestindo uma jaqueta roxa, citando Filipenses 4:13:

"Posso todas as coisas naquele que me fortalece."

Os autores

Dados Úteis

Constantes

Constante de Avogadro	=	$6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1}
Constante de Faraday (F)	=	$9{,}65 \times 10^{4}$ C mol^{-1}
Volume molar de gás ideal	=	22,4 L (CNTP)
Carga elementar	=	$1{,}602 \times 10^{-19}$ C
Constante dos gases (R)	=	$8{,}21 \times 10^{-2}$ atm L K^{-1} mol^{-1}
		8,314 J K^{-1} mol^{-1}
		62,36 mmHg L K^{-1} mol^{-1}
		1,99 cal K^{-1} mol^{-1}
Constante de Planck (h)	=	$6{,}626 \times 10^{-34}$ J . s
Velocidade da luz (c)	=	$3{,}00 \times 10^{8}$ m s^{-1}
$K_C(H_2O)$	=	1,86 °C kg mol^{-1}
$K_E(H_2O)$	=	0,513 °C kg mol^{-1}

Conversões

1 Å	=	10^{-10} m
1 atm	=	101325 Pa
		760 mmHg
1 cal	=	4,184 J
T(K)	=	T(C) + 273,15

Definições

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0 °C e 760 mmHg.

Condições ambientes: 25 °C e 1 atm.

Condições-padrão: 25 °C, 1 atm, concentração das soluções: 1 mol L^{-1} (rigorosamente: atividade unitária das espé-cies), sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) ou (c) = sólido cristalino; (l) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso; (graf) = grafite; (CM) = circuito metálico; (conc) = concentrado; (ua) = unidades arbitrárias; [A] = concentração da espécie química A em mol L^{-1}.

Fórmulas

$$v = \lambda f$$

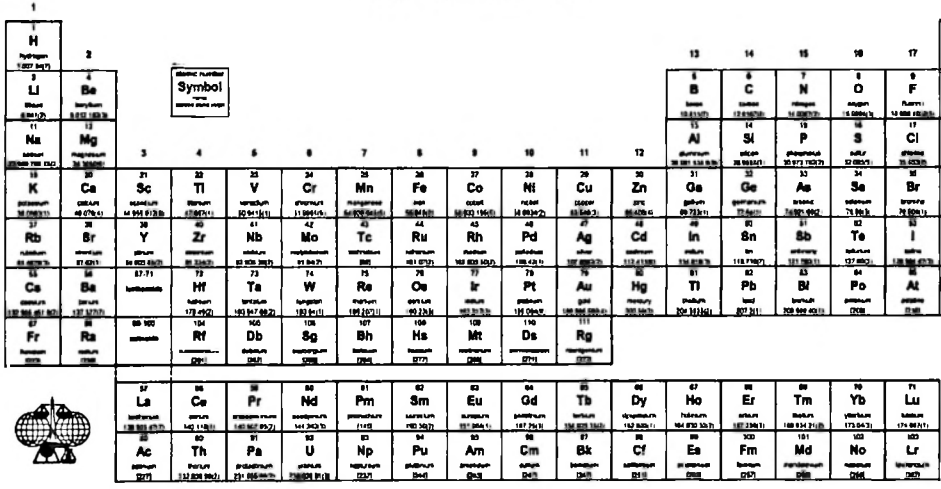
$$\Delta E = \Delta m\, c^2$$

$$E = h f$$

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

$$\Delta G^\circ = R T \ln K$$

$$= -n F E^\circ$$


IUPAC Periodic Table of the Elements
Atomic number
Symbol
name
standard atomic weight
1
18
H
Hydrogen
1.007 94(7)
He
Helium
4.002 602(2)
2
13
14
15
16
17
B
Boron
10.811(7)
C
Carbon
12.0107(8)
N
Nitrogen
14.0067(2)
O
Oxygen
15.9994(3)
F
Fluorine
18.998 403 2(5)
Ne
Neon
20.1797(6)
Li
Lithium
6.941(2)
Be
Beryllium
9.012 182(3)
Na
Sodium
22.989 769 28(2)
Mg
Magnesium
24.3050(6)
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Al
Aluminium
26.981 538 6(8)
Si
Silicon
28.0855(3)
P
Phosphorus
30.973 762(2)
S
Sulfur
32.065(5)
Cl
Chlorine
35.453(2)
Ar
Argon
39.948(1)
K
Potassium
39.0983(1)
Ca
Calcium
40.078(4)
Sc
Scandium
44.955 912(6)
Ti
Titanium
47.867(1)
V
Vanadium
50.9415(1)
Cr
Chromium
51.9961(6)
Mn
Manganese
54.938 045(5)
Fe
Iron
55.845(2)
Co
Cobalt
58.933 195(5)
Ni
Nickel
58.6934(2)
Cu
Copper
63.546(3)
Zn
Zinc
65.409(4)
Ga
Gallium
69.723(1)
Ge
Germanium
72.64(1)
As
Arsenic
74.921 602
Se
Selenium
78.96(3)
Br
Bromine
79.904(1)
Kr
Krypton
83.798(2)
Rb
Rubidium
85.4678(3)
Sr
Strontium
87.62(1)
Y
Yttrium
88.905 85(2)
Zr
Zirconium
91.224(2)
Nb
Niobium
92.906 38(2)
Mo
Molybdenum
95.94(1)
Tc
Technetium
[98]
Ru
Ruthenium
101.07(2)
Rh
Rhodium
102.905 50(2)
Pd
Palladium
106.42(1)
Ag
Silver
107.8682(2)
Cd
Cadmium
112.411(8)
In
Indium
114.818(3)
Sn
Tin
118.710(7)
Sb
Antimony
121.760(1)
Te
Tellurium
127.60(3)
I
Iodine
126.904 47(3)
Xe
Xenon
131.293(6)
Cs
Caesium
132.905 451 9(2)
Ba
Barium
137.327(7)
57–71
lanthanoids
Hf
Hafnium
178.49(2)
Ta
Tantalum
180.947 88(2)
W
Tungsten
183.84(1)
Re
Rhenium
186.207(1)
Os
Osmium
190.23(3)
Ir
Iridium
192.217(3)
Pt
Platinum
195.084(9)
Au
Gold
196.966 569(4)
Hg
Mercury
200.59(3)
Tl
Thallium
[204.3833(2)]
Pb
Lead
207.2(1)
Bi
Bismuth
208.980 40(1)
Po
Polonium
[209]
At
Astatine
[210]
Rn
Radon
[222]
Fr
Francium
[223]
Ra
Radium
[226]
89–103
actinoids
Rf
Rutherfordium
[261]
Db
Dubnium
[262]
Sg
Seaborgium
[266]
Bh
Bohrium
[264]
Hs
Hassium
[277]
Mt
Meitnerium
[268]
Ds
Darmstadtium
[271]
Rg
Roentgenium
[272]
La
lanthanum
138.905 47(7)
Ce
cerium
140.116(1)
Pr
praseodymium
140.907 65(2)
Nd
neodymium
144.242(3)
Pm
promethium
[145]
Sm
samarium
150.36(2)
Eu
europium
151.964(1)
Gd
gadolinium
157.25(3)
Tb
terbium
158.925 35(2)
Dy
dysprosium
162.500(1)
Ho
holmium
164.930 32(2)
Er
erbium
167.259(3)
Tm
thulium
168.934 21(2)
Yb
ytterbium
173.04(3)
Lu
lutetium
174.967(1)
Ac
actinium
[227]
Th
thorium
232.038 06(2)
Pa
protactinium
231.035 88(2)
U
uranium
238.028 91(3)
Np
neptunium
[237]
Pu
plutonium
[244]
Am
americium
[243]
Cm
curium
[247]
Bk
berkelium
[247]
Cf
californium
[251]
Es
einsteinium
[252]
Fm
fermium
[257]
Md
mendelevium
[258]
No
nobelium
[259]
Lr
lawrencium
[262]
Notes
• Alternative and 'common' are commonly used alternative spellings for 'aluminium' and 'caesium'.
• IUPAC 2005 standard atomic weights (mean relative atomic masses) are listed with uncertainties in the last figure in parentheses [M. E. Wieser, Pure Appl. Chem. 78, 2051 (2006)].
These values correspond to current best knowledge of the elements in natural reference sources. For elements that have no stable or fairly-long-lived isotopes, the mass number of the isotope with the longest known half-life is listed instead in square brackets.
• Elements with atomic num ers 112 and above have been reported but not fully authenticated.
Copyright © 2007 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry. For updates to this table, see www.iupac.org/reports/periodic_table/. This version is dated 30 June 2007.

Sumário

Parte I - Química Geral e Inorgânica 1

Capítulo 1 - Aspectos Macroscópicos 3
Capítulo 2 - Estrutura Atômica 13
Capítulo 3 - Tabela Periódica 21
Capítulo 4 - Ligações Químicas 25
Capítulo 5 - Reações Químicas 37
Capítulo 6 - Relações Numéricas 51
Capítulo 7 - Estudo dos Gases 59
Capítulo 8 - Estequiometria 71

Parte II - Físico-Química 97

Capítulo 9 - Soluções 99
Capítulo 10 - Reações Envolvendo Soluções 111
Capítulo 11 - Propriedades Coligativas das Soluções 117
Capítulo 12 - Termoquímica e Termodinâmica 131
Capítulo 13 - Cinética Química 145
Capítulo 14 - Equilíbrio Químico 153
Capítulo 15 - Equilíbrio Iônico 167
Capítulo 16 - Eletroquímica 191
Capítulo 17 - Radioatividade 213

Parte III - Química Orgânica 223

Capítulo 18 - Questões Gerais 225
Capítulo 19 - Reações Orgânicas 241
Capítulo 20 - Polímeros 261

Parte IV - Tópicos Especiais 265

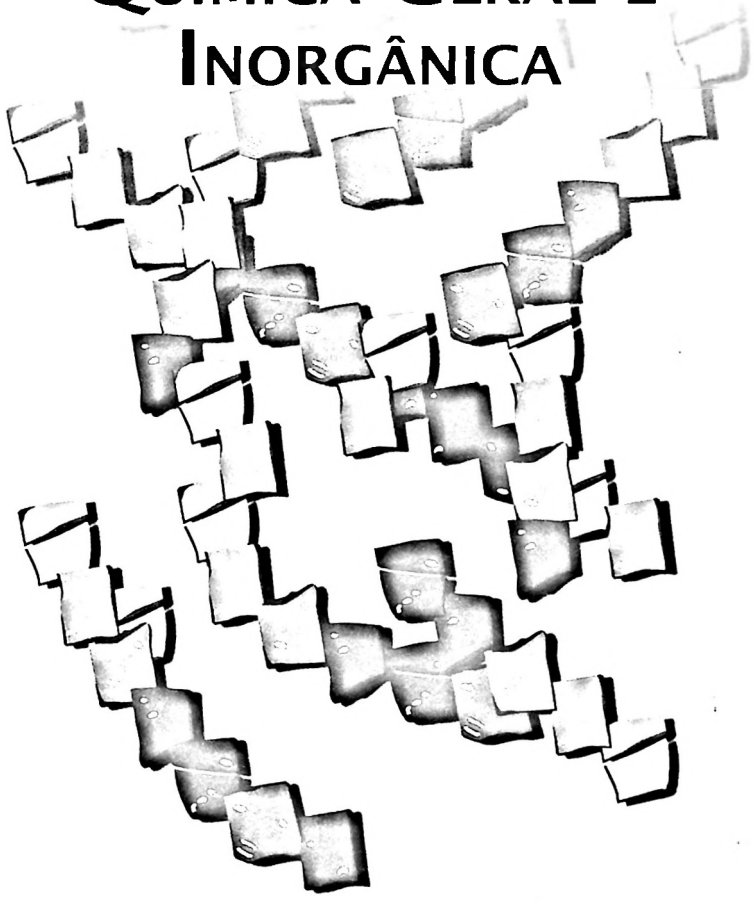
Capítulo 21 - Química Descritiva 267
Capítulo 22 - Práticas de Laboratório 283
Capítulo 23 - Equilíbrio Iônico série B 289
Capítulo 24 - Show do Milhão 295

Parte V - Gabaritos e Resoluções 303

Capítulo 25 - Química Geral e Inorgânica 305
Capítulo 26 - Físico-Química 387
Capítulo 27 - Química Orgânica 497
Capítulo 28 - Tópicos Especiais 539

Referências Bibliográficas 575

Parte I
Química Geral e Inorgânica



Aspectos Macroscópicos

01 (ITA) Para separar uma mistura de açúcar comum e sal de cozinha, recomenda-se empregar:

a) destilação fracionada.
b) sublimação.
c) água e filtração.
d) solvente que não seja a água.
e) decantação.

02 Um químico recebeu uma mistura de três substâncias sólidas **A**, **B** e **C**, sobre as quais se sabe:

1) **A** é solúvel em água e também em acetona;
2) **B** é insolúvel em água e solúvel em acetona;
3) **C** é insolúvel em água e em acetona.

Apresentar um processo de fracionamento que permita desdobrar a mistura em seus componentes.

03 (Unicamp) Têm as seguintes misturas:

I. areia e água,
II. álcool (etanol) e água,
III. sal de cozinha (NaCl) e água, neste caso uma mistura homogênea.

Cada uma dessas misturas foi submetida a uma filtração em funil com papel e, em seguida, o líquido resultante (filtrado) foi aquecido até sua total evaporação. Pergunta-se:

a) Qual mistura deixou um resíduo sólido no papel após a filtração? O que era esse resíduo?

b) Em qual caso apareceu um resíduo sólido após a evaporação do líquido? O que era esse resíduo?

04 (Unicamp) Para identificar minerais pode-se fazer uso de propriedades físicas como a dureza (resistência ao risco) e algumas análises químicas, como reações com ácidos inorgânicos.

Três amostras de minerais denominados **A**, **B** e **C** foram analisadas

conforme os métodos da escala de dureza e da reação com ácidos. Os resultados encontram-se na tabela a seguir:

Amostra	Dureza	Reação com ácido
A	é riscada apenas pela lâmina de aço	não libera gás
B	é riscada pela lâmina de ferro	não libera gás
C	é riscada pela lâmina de ferro	libera gás

A escala de dureza utilizada foi a seguinte:

unha < lâmina de ferro < lâmina de aço.

No teste das reações com ácidos inorgânicos levou-se em conta o desprendimento de gases como o gás carbônico e o gás sulfídrico.

Estas três amostras são dos minerais $CaCO_3$, $SrSO_4$ e MnO(OH) (não necessariamente nessa ordem). Sabe-se que o MnO(OH) é capaz de produzir riscos nos outros dois minerais.

a) Correlacione as amostras A, B e C com as três fórmulas fornecidas.

b) Se a informação sobre a dureza do MnO(OH) em relação aos outros dois minerais fosse desconhecida, qual dos três minerais da tabela (dê a fórmula) poderia ser identificado com absoluta certeza? Justifique.

05 (ITA) O fato de um sólido, nas condições ambientes, apresentar um único valor de massa específica em toda sua extensão é suficiente para afirmar que este sólido:

I. É homogêneo.
II. É monofásico.
III. É uma solução sólida.
IV. É uma substância simples.
V. Funde a uma temperatura constante.

Das afirmações feitas, estão **corretas**

a) apenas I e II.
b) apenas I, II e III.
c) apenas II, III e V.
d) apenas IV e V.
e) todas.

06 (Unicamp) Uma receita de biscoitinhos Petit Four de laranja leva os seguintes ingredientes:

Ingrediente	Quantidade gramas	Densidade aparente g/cm³
Farinha de trigo	360	0,65
Carbonato ácido de amônio	6	1,5
Sal	1	2,0
Manteiga	100	0,85
Açúcar	90	0,90
Ovo	100 (2 ovos)	1,05
Raspas de casca de laranja	3	0,50

A densidade aparente da "massa" recém preparada e antes de ser assada é de 1,10g/cm³. Entende-se por densidade aparente a relação entre a massa da "massa" ou do ingrediente, na "forma" em que se encontra, e o respectivo volume ocupado.

a) Qual o volume ocupado pela "massa" recém preparada, correspondente a uma receita?

b) Como se justifica o fato da densidade aparente da "massa" ser diferente da média ponderada das densidades aparentes dos constituintes?

07 (Unicamp) O tratamento da água é fruto do desenvolvimento científico que se traduz em aplicação tecnológica relativamente simples. Um dos processos mais comuns para o tratamento químico da água utiliza cal virgem (óxido de cálcio) e sulfato de alumínio. Os íons alumínio, em presença de íons hidroxila, formam o hidróxido de alumínio que é pouquíssimo solúvel em água. Ao hidróxido de alumínio formado adere a maioria das impurezas presentes. Com a ação da gravidade, ocorre a deposição dos sólidos. A água é então separada e encaminhada a uma outra fase de tratamento.

a) Que nome se dá ao processo de separação acima descrito que faz uso da ação da gravidade?

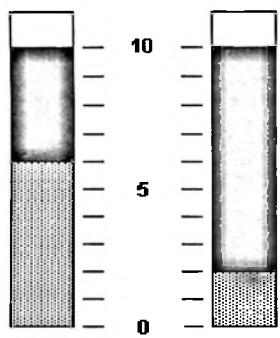
b) Por que se usa cal virgem no processo de tratamento da água? Justifique usando equação(ões) química(s).

c) Em algumas estações de tratamento de água usa-se cloreto de ferro(III) em lugar de sulfato de alumínio. Escreva a fórmula e o nome do composto de ferro formado nesse caso.

08 (Unicamp) As "margarinas", muito usadas como substitutos da manteiga, contêm gorduras vegetais hidrogenadas. A diferença fundamental entre uma margarina "light" e outra "normal" está no conteúdo de gordura e de água.

Colocou-se em um tubo de ensaio uma certa quantidade de margarina "normal" e, num outro tubo de ensaio, idêntico ao primeiro, colocou-se a mesma quantidade de margarina "light".

Aqueceram-se em banho-maria os dois tubos contendo as margarinas até que aparecessem duas fases, como esquematizado na figura.



a) Reproduza, na resposta, a figura do tubo correspondente à margarina "light", identificando as fases lipídica e aquosa.

b) Admitindo que as duas margarinas tenham o mesmo preço e considerando que este preço diz respeito, apenas, ao teor da gordura de cada uma, em qual delas a gordura custa mais e quantas vezes (multiplicação) este preço é maior do que na outra?

09 (Unicamp) Augusto dos Anjos (1884-1914) foi um poeta que, em muitas oportunidades, procurava a sua inspiração em fontes de ordem científica. A seguir transcrevemos a primeira estrofe do seu soneto intitulado "Perfis Chaleiras". Nestes versos, Augusto dos Anjos faz uso de palavras da química.

O oxigênio eficaz do ar atmosférico,
O calor e o carbono e o amplo éter são
Valem três vezes menos que este Américo
Augusto dos Anzóis Sousa Falcão...

a) Uma das palavras se refere a um gás cujas moléculas são diatômicas e que é essencial para o processo respiratório dos animais. Escreva a fórmula desse gás.

b) Outra palavra se refere a uma mistura gasosa. Um dos constituintes dessa mistura está presente em quantidade muito maior que os demais. Escreva a fórmula do constituinte majoritário da mistura gasosa e forneça também a porcentagem em volume do mesmo nessa mistura.

c) Uma terceira palavra diz respeito a um elemento químico que, pela característica de poder formar cadeias e pela combinação com outros elementos, principalmente hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, constitui a maioria dos compostos orgânicos que possibilitam a existência de vida em nosso planeta. Escreva o nome desse elemento químico.

d) Há uma quarta palavra que não foi utilizada com o sentido que tem em química. Quando utilizada em química, significa uma função característica de uma série homóloga em química orgânica. Escreva a fórmula estrutural do primeiro composto dessa série homóloga.

10 (Unicamp) O sangue apresenta cor vermelha devido à hemoglobina. Na molécula da hemoglobina está presente o íon de um elemento químico responsável, em grande parte, por esta cor. A quantidade total deste elemento no corpo de um ser humano adulto é da ordem de quatro gramas. Esta quantidade é suficiente para fazer um pequeno objeto como, por exemplo, um prego.

a) Escreva o nome desse elemento químico.

A hemoglobina é responsável pelo transporte do oxigênio dos pulmões para as células, onde é realizada a oxidação dos carboidratos. Nesta reação há a liberação de um gás que é absorvido pelo sangue que o carrega até os pulmões, onde é trocado por oxigênio, reiniciando o ciclo.

b) Escreva o nome e a fórmula do gás liberado na reação que ocorre nas células.

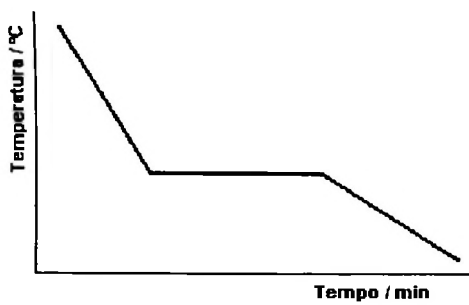
c) Escreva a equação química que representa esta reação considerando $C_6H_{12}O_6$ como representação da molécula de carboidrato.

11 (Unicamp) "Os peixes estão morrendo porque a água do rio está sem oxigênio, mas nos trechos de maior corredeira a quantidade de oxigênio aumenta". Ao ouvir esta informação de um técnico do meio ambiente, um estudante que passava pela margem do rio ficou confuso e fez a seguinte reflexão: "Estou vendo a água no rio e sei que a água contém, em suas moléculas, oxigênio; então como pode ter acabado o oxigênio do rio?"

a) Escreva a fórmula das substâncias mencionadas pelo técnico.

b) Qual é a confusão cometida pelo estudante em sua reflexão?

12 (ITA) Assinale a opção que contém a afirmação errada relativa à curva de resfriamento apresentada a seguir.



a) A curva pode representar o resfriamento de uma mistura eutética.

b) A curva pode representar o resfriamento de uma substância sólida, que apresenta uma única forma cristalina.

c) A curva pode representar o resfriamento de uma mistura azeotrópica.

d) A curva pode representar o resfriamento de um líquido constituído por uma substância pura.

e) A curva pode representar o resfriamento de uma mistura líquida de duas substâncias que são completamente miscíveis no estado sólido.

13 (Unicamp) O açúcar

O branco açúcar que adoçará meu café
nesta manhã de Ipanema
não foi produzido por mim
nem surgiu dentro do açucareiro por milagre.

Vejo-o puro
e afável ao paladar
como beijo de moça, água
na pele, flor
que se dissolve na boca. Mas este açúcar
não foi feito por mim.

Este açúcar veio
da mercearia da esquina e tampouco
o fez o Oliveira,
dono da mercearia.
Este açúcar veio
de uma usina de açúcar em Pernambuco
ou no Estado do Rio
e tampouco o fez o dono da usina.

Este açúcar era cana
e veio dos canaviais extensos
que não nascem por acaso
no regaço do vale.

Em lugares distantes, onde não há hospital
nem escola,
homens que não sabem ler e morrem de fome
aos 27 anos
plantaram e colheram a cana
que viraria açúcar.

Em usinas escuras,
homens de vida amarga
e dura
produziram este açúcar
branco e puro
com que adoço meu café esta manhã em
Ipanema.

(Ferreira Gullar, "Dentro da noite veloz". Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1975, p. 44, 45.)

O poema apresentado na coletânea faz alusão ao açúcar da cana. A preocupação do poeta não é com a química, embora passagens do poema possam permitir alguma leitura nessa área. Nas questões a serem respondidas, serão citadas algumas passagens do poema, que, sugerimos, seja lido no todo para facilitar as respostas.

a) No início o poeta fala em "branco açúcar" e depois usa "vejo-o puro". Justifique, sob um ponto de vista químico, por que nem sempre é apropriado associar as palavras "branco" e "puro".

b) Mais à frente, o poeta usa a construção: "flor que dissolve na

boca". Se essa frase fosse usada por um químico, como ele justificaria, através de interações intermoleculares, o processo mencionado?

c) Quase ao final, o poeta usa a expressão: "plantaram e colheram a cana que viraria açúcar". Se um químico estivesse usando essa frase numa explanação sobre o processo de fabricação do açúcar, muito provavelmente ele colocaria, após a palavra "cana", uma seqüência de termos técnicos para descrever o processo de obtenção do açúcar, e eliminaria as palavras "que viraria açúcar". A seguir são listados os termos que o químico usaria. Coloque-os (todos) na seqüência certa que o químico usaria ao descrever a produção do açúcar, reescrevendo a frase completa:

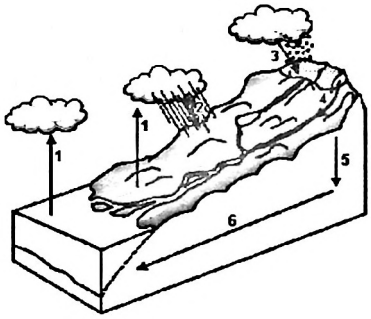
secaram-no, cristalizaram o açúcar, ensacando-o, concentraram o caldo, moeram-na, centrifugaram-no.

14 (Unicamp) Qual o estado físico (sólido, líquido ou gasoso) das substâncias da tabela a seguir, quando as mesmas se encontram no Deserto da Arábia, à temperatura de 50°C (pressão ambiente = 1 atm)?

Substância	TF	TE
clorofórmio	-63	61
éter etílico	-116	34
etanol	-117	78
fenol	41	182
pentano	-130	36

TF = temperatura de fusão em ° C
TE = temperatura de ebulição em ° C
(Os dados da tabela estão a 1 atm.)

15 (Unicamp) A figura a seguir representa o ciclo da água na Terra. Nela estão representados processos naturais que a água sofre em seu ciclo.



Com base no desenho, faça o que se pede:

a) Considerando que as nuvens são formadas por minúsculas gotículas de água, que mudança(s) de estado físico ocorre(m) no processo 1?

b) Quando o processo 1 está ocorrendo, qual o principal tipo de ligação que está sendo rompido/formado na água?

c) Cite pelo menos um desses processos (de 1 a 6) que, apesar de ser de pequena intensidade, ocorre no sul do Brasil. Qual o nome da mudança de estado físico envolvida nesse processo?

16 (Unicamp) Três frascos de vidro transparente, fechados, de formas e dimensões iguais, contêm cada um a mesma massa de líquidos diferentes. Um contém água, o outro clorofórmio e o terceiro etanol. Os três líquidos são incolores e não preenchem totalmente os frascos, os quais não têm nenhuma identificação. Sem abrir os frascos, como você faria para identificar as substâncias?

A densidade (d) de cada um dos líquidos, à temperatura ambiente, é:

d(água) = 1,0 g/cm³
d(clorofórmio) = 1,4 g/cm³
d(etanol) = 0,8 g/cm³

17 (Unicamp – 2007 – 37) Alguns textos da coletânea deixam claro que o Brasil, em razão de suas condições climáticas, apresenta grande potencial para a produção de combustíveis renováveis a partir de

produtos agrícolas. O etanol já é uma realidade há mais de vinte anos e agora o biodiesel começa a ser produzido, em escala industrial, a partir de óleos vegetais. Uma das possibilidades para a obtenção desse óleo vegetal é a soja. A soja contém cerca de 20% (massa/massa) de óleo comestível no grão seco, enquanto cada tonelada de cana fornece, em média, 80 litros de etanol. Um fato químico interessante é que esse óleo comestível pode ser transformado em biodiesel pela reação de transesterificação com etanol em condições apropriadas.

a) Com que outro nome o etanol também é conhecido?

b) Sabendo-se que o óleo de soja e o etanol têm densidade muito próximas, aproximadamente 0,80 g/cm^3 à temperatura ambiente, qual cultura produziria maior quantidade de líquido (óleo ou álcool), a soja ou a cana-de-açúcar, considerando-se uma produtividade média de 2600 kg de grãos de soja por hectare e a da cana como 80 toneladas/hectare? Justifique com cálculos.

c) A reação de transesterificação a que o texto faz alusão é a transformação de um éster em outro. Qual é a fórmula estrutural do éster mais simples que se conhece?

Estrutura Atômica

01 A tabela a seguir contém dados sobre um elemento hipotético X, de massa nuclídica média 21,1 u, e que é formado por três isótopos X_1, X_2 e X_3.

Isótopo	Número atômico	Número de nêutrons	Número de massa	Massa nuclídica	Abundância natural (% atômico)
X_1	Z_1	5	A_1	19,9 u	33,0%
X_2	Z_2	n_2	21	20,9 u	p2%
X_3	15	7	A_3	21,9 u	p3%

Analise as afirmações abaixo e diga quais estão certas e quais estão erradas, justificando.

I) $Z_1 = Z_2 = n_2$.
II) número de prótons em X_1 = número de prótons em X_2 = número de prótons em X_3 = 15.
III) $A_1 = A_3 = 21$.
IV) $p_2 = 50$; $p_3 = 17$.
V) $Z_1 = Z_2 = 15$; $n_2 = 6$; $A_1 = 20$; $A_3 = 22$.

02 O elemento magnésio, Mg, em seu estado natural, tem massa atômica (média) igual a 24,32, sendo constituído de três isótopos, que chamaremos de **a**, **b** e **c**, de massas atômicas 24,0 u, 25,0 u e 26,0 u, respectivamente. Em determinada experiência de rádio-biologia, é necessário empregar-se um composto de magnésio no qual a relação atômica entre os isótopos **b** e **c** seja 2:1. Sabendo que a abundância isotópica de **a** no magnésio natural é 78,8%, mostrar se é possível usar o magnésio natural na preparação do composto necessário à experiência.

03 O próton pode ser considerado como uma partícula sub-atômica esférica, de diâmetro aproximadamente igual a $1{,}00 \times 10^{-13}$ cm e massa em repouso $1{,}67 \times 10^{-24}$ g. Calcule a massa específica do próton e compare-a com a do ósmio, um dos elementos mais densos (22,48 kg/dm³). Quais são as suas conclusões?

04 Para um determinado elétron em um átomo:
a) quais são os números quânticos que definem a sua energia?
b) quais são os que definem seu orbital?
c) quais são arbitrários?

05 O íon X^{2+} tem 15 elétrons, e 2 prótons a mais do que nêutrons. Calcular **Z**, **A** e dar sua distribuição eletrônica por níveis e subníveis.

06 Um átomo apresenta os seguintes únicos elétrons não emparelhados, definidos por seus números quânticos:

n = 4	l = 2	m = -2	ms = +1/2
n = 4	l = 2	m = -1	ms = +1/2
n = 4	l = 2	m = 0	ms = +1/2

Determinar, para este átomo:
a) Z;
b) o número de elétrons com l = 1 em sua distribuição eletrônica no estado fundamental.

07 Determinar o número atômico do elemento químico que apresenta as seguintes características:
I. seus átomos são diamagnéticos;
II. nos compostos que forma aparece sempre como divalente;
III. no estado fundamental tem quatro subníveis **s** completos;
IV. seus cinco isótopos estáveis têm número de massa superior a cinqüenta e cinco.

08 Sem consultar tabelas, deduza os números atômicos de todos os gases nobres (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn), a partir do fato a seguir: "Todos os gases nobres, exceto o hélio, apresentam, no nível mais externo, configuração eletrônica $ns^2\ np^6$.

09 Determine os valores dos quatro números quânticos do último elétron do chumbo (Z = 82).

10 Supondo que o número quântico magnético de spin pudesse ter os valores +1/2, 0 e -1/2, e que as demais regras e princípios referentes aos outros números quânticos e à distribuição eletrônica dos átomos não fossem alteradas, dizer, justificando:

a) quantos elétrons, no máximo, poderiam ocupar um subnível s e um subnível p?

b) o número máximo de elétrons que poderiam ocupar o nível 2 e o nível 3;

c) a configuração eletrônica dos átomos de Z igual a 8, a 17 e a 25.

11 Quais das seguintes configurações eletrônicas correspondem a átomos no estado fundamental? E em estado excitado? E quais estão erradas?

I. $1s^2\ 2s^3\ 2p^1$
II. $1s^2\ 2p^2$
III. $1s^2\ 2s^2$
IV. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1\ 3p^1$
V. $1s^2\ 2s^2\ 2p^5\ 4f^1$
VI. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1\ 4f^1$

12 Dados os seguintes conjuntos de números quânticos para elétrons em átomos, diga os que não podem ocorrer, explicando o porquê.

I. 3, 2, +2, +1/2
II. 3, 0, -1, +1/2
III. 2, 2, +2, +2
IV. 1, 0, 0, 0
V. 2, -1, 0, +1/2
VI. 2, 0, -2, -1/2

13 Dados os átomos $^{150}_{62}A$, B e C, de números atômicos consecutivos nesta ordem, e sabendo-se que A e B são isóbaros e que B e C são isótonos, pede-se:

a) o número de nêutrons de B;

b) a configuração eletrônica de C no estado fundamental.

14 Qual será o comprimento de onda (λ) em nanometros da onda associada a um elétron livre com energia de 100,0 eV?

15 Segundo a teoria do efeito fotoelétrico, quando um fóton de freqüência **f** e energia **E** incide sobre uma superfície metálica, é absorvido e transfere sua energia para um elétron da superfície. Parte desta energia é consumida para vencer a energia de ligação do elétron na

superfície do metal e o restante dela aparece como energia cinética do elétron, que é emitido da superfície.

Quando se faz incidir luz de $\lambda = 400$ nm sobre uma placa polida de sódio metálico, ocorre efeito fotoelétrico (i.e. ejeção de elétrons), tendo os elétrons ejetados energia máxima de 2,10 eV. Calcular o máximo comprimento de onda (em nm) capaz de produzir o efeito fotoelétrico no sódio e a energia de ligação (em eV) de um elétron no cristal de sódio.

16 (ITA) Entre as afirmações a seguir, assinale a opção **errada**:

a) Os íons He^+, Li^{2+}, Be^{3+}, no estado gasoso, são exemplos de "hidrogenóides".

b) No átomo de hidrogênio, os orbitais 3s, 3p e 3d têm a mesma energia.

c) No átomo de carbono, os orbitais 3s, 3p e 3d têm valores de energias diferentes.

d) A densidade de probabilidade de encontrar um elétron num átomo de hidrogênio no orbital 2p é nula num plano que passa pelo núcleo.

e) As freqüências das radiações emitidas pelo íon He^+ são iguais às emitidas pelo átomo de hidrogênio.

17 (ITA) Neste ano (1997) comemora-se o centenário da descoberta do elétron. Qual dos pesquisadores a seguir foi o principal responsável pela determinação de sua carga elétrica?

a) R. A. Millikan
b) E. R. Rutherford
c) M. Faraday
d) J. J. Thomson
e) C. Coulomb

18 (ITA) Um átomo de hidrogênio com o elétron inicialmente no estado fundamental é excitado para um estado com número quântico principal (n) igual a 3. Em correlação a este fato qual das opções a seguir é a **correta**?

a) Este estado excitado é o primeiro estado excitado permitido para o átomo de hidrogênio.

b) A distância média do elétron ao núcleo será menor no estado excitado do que no estado fundamental.

c) Será necessário fornecer mais energia para ionizar o átomo a

partir deste estado excitado do que para ionizá-lo a partir do estado fundamental.

d) A energia necessária para excitar um elétron do estado com n = 3 para um estado com n = 5 é a mesma para excitá-lo do estado com n = 1 para um estado com n = 3.

e) O comprimento de onda da radiação emitida quando este elétron retornar para o estado fundamental será igual ao comprimento de onda da radiação absorvida para ele ir do estado fundamental para o mesmo estado excitado.

19 (ITA) Em 1803, John Dalton propôs um modelo de teoria atômica. Considere que sobre a base conceitual desse modelo sejam feitas as seguintes afirmações:

I. O átomo apresenta a configuração de uma esfera rígida.

II. Os átomos caracterizam os elementos químicos e somente os átomos de um mesmo elemento são idênticos em todos os aspectos.

III. As transformações químicas consistem de combinação, separação e/ou rearranjo de átomos.

IV. Compostos químicos são formados de átomos de dois ou mais elementos unidos em uma razão fixa.

Qual das opções a seguir se refere a todas afirmações **corretas**?

a) I e IV. b) II e III.

c) II e IV d) II, III e IV.

e) I, II, III e IV.

20 (ITA) Considere as seguintes afirmações:

I. O nível de energia de um átomo, cujo número quântico principal é igual a 4, pode ter, no máximo, 32 elétrons.

II. A configuração eletrônica $1s^2\ 2s^2\ 2p^2_x\ 2p^2_y$ representa um estado excitado do átomo de oxigênio.

III. O estado fundamental do átomo de fósforo contém três elétrons desemparelhados.

IV. O átomo de nitrogênio apresenta o primeiro potencial de ionização menor que o átomo de flúor.

V. A energia necessária para excitar um elétron do estado fundamental do átomo de hidrogênio para o orbital 3s é igual àquela necessária para excitar este mesmo elétron para o orbital 3d.

Das afirmações feitas, estão **corretas**

a) apenas I, II e III.
b) apenas I, II e V.
c) apenas III e IV.
d) apenas III, IV e V.
e) todas.

21 (ITA) Considere as seguintes configurações eletrônicas de espécies no estado gasoso:

I. $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$.
II. $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$.
III. $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$.
IV. $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$.
V. $1s^2\ 2s^2\ 2p^5\ 3s^1$.

Assinale a alternativa **errada**.

a) As configurações **I** e **IV** podem representar estados fundamentais de cátions do segundo período da Tabela Periódica.

b) As configurações **II** e **III** podem representar tanto um estado fundamental como um estado excitado de átomos neutros do segundo período da Tabela Periódica.

c) A configuração V pode representar um estado excitado de um átomo neutro do segundo período da Tabela Periódica.

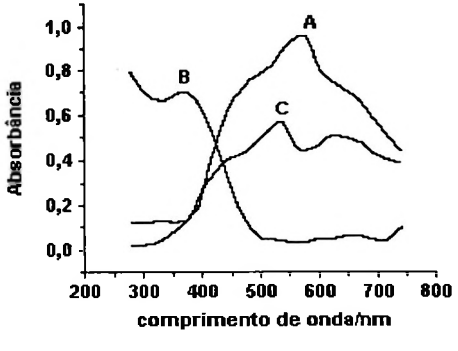
d) As configurações **II** e **IV** podem representar estados excitados de átomos neutros do segundo período da Tabela Periódica.

e) As configurações **II, III** e **V** podem representar estados excitados de átomos neutros do segundo período da Tabela Periódica.

22 (Unicamp) Atribuir ao doente a culpa dos males que o afligem é procedimento tradicional na história da humanidade. Na Idade Média, a sociedade considerava a hanseníase um castigo de Deus para punir os ímpios. No século XIX, quando a tuberculose adquiriu características epidêmicas, dizia-se que a enfermidade acometia pessoas enfraquecidas pela vida devassa. Com a epidemia de Aids, a mesma história: apenas os promíscuos adquiririam o HIV. Coube à ciência demonstrar que são bactérias os agentes causadores de tuberculose e hanseníase, que a Aids é transmitida por um vírus, e que esses microorganismos são alheios às virtudes e fraquezas humanas. O mesmo preconceito se repete agora com a obesidade, até aqui interpretada como condição patológica associada ao pecado da gula. No entanto, a elucidação dos mecanismos de controle da fome e da saciedade tem demonstrado que engordar ou emagrecer está longe de ser mera questão de vonta-

de. (Adaptado de Dráuzio Varela, "O gordo e o magro". Folha de São Paulo, Ilustrada, 12/11/2005.)

No texto, Dráuzio Varela contesta a prática de se "atribuir ao doente a culpa dos males que o afligem, (...) procedimento tradicional na história da humanidade". No entanto, a exposição exagerada ao sol, sem o devido uso de protetores, é uma atitude que o indivíduo assume por conta própria, mesmo sendo alertado que isso pode ser altamente prejudicial à sua saúde. Problemas de câncer de pele são fortemente associados à exposição aos raios ultravioleta (UV), uma região do espectro de comprimentos de onda menores que os da luz visível, sendo que a luz visível vai de 400 a 800 nm. Alguns filtros solares funcionam absorvendo radiação UV, num processo que também leva à decomposição das substâncias ativas ali presentes, o que exige aplicações subseqüentes do protetor. Quanto maior o fator de proteção solar do filtro (FPS) mais o protetor absorve a luz UV (maior é sua absorbância). A figura a seguir mostra o espectro de absorção (absorbância em função do comprimento de onda da luz incidente) de três substâncias (A, B e C), todas na mesma concentração.



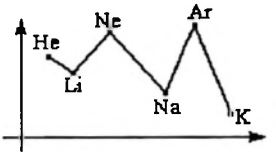
a) Qual dessas substâncias você escolheria para usar como um componente ativo de um protetor solar? Justifique.

b) Considerando as informações do texto da questão, redesenhe um possível espectro de absorção da substância que você escolheu no item a, após esta ter sido exposta ao sol durante algumas horas. Justifique.

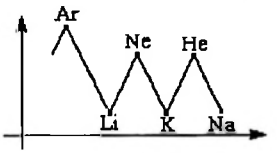
TABELA PERIÓDICA

01 (ITA) Qual dos gráficos abaixo representa melhor a variação da energia de ionização (E_i) dos átomos em função do número atômico (Z)?

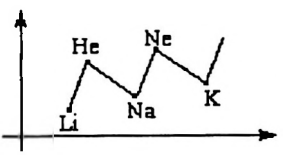
a)



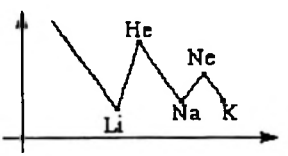
b)



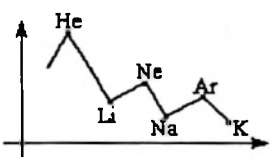
c)



d)



e)



02 O último elétron da distribuição eletrônica de um átomo apresenta os seguintes números quânticos:

$n = 5 \qquad l = 1 \qquad m = -1 \qquad m_s = +1/2$

Determinar, para o elemento correspondente:

a) Z;

b) grupo e período na Classificação Periódica.

Considere a convenção de que o primeiro elétron a se colocar no orbital apresenta spin -1/2.

03 É dada a seguir uma parte da Tabela Periódica, com os potenciais de ionização dos elementos (em elétron-volt). Dar uma explicação resumida para o fato de o oxigênio, o enxofre e o selênio contrariarem a tendência geral de variação dos potenciais de ionização dos elementos considerados ao longo do mesmo período da Tabela Periódica.

B 8,3	C 11,3	N 14,5	O 13,6	F 17,4	Ne 21,6	2° período
Al 6,0	Si 8,1	P 11,0	S 10,4	Cl 13,6	Ar 15,8	3° período
Ga 6,0	Ge 8,1	As 10,0	Se 9,8	Br 11,8	Kr 14,0	4° período

04 Dados os elementos X (Z = 19) e Y (Z = 35), determinar, sem consultar a Tabela Periódica:

a) a que grupo e a que período da Tabela Periódica cada um deles pertence;

b) qual deles tem o menor raio atômico;

c) qual é o melhor condutor de calor;

d) em qual deles a retirada do último elétron exige menos energia.

05 Os elementos de um determinado período da Tabela Periódica são colocados em ordem crescente de seus números atômicos, da esquerda para a direita. Dizer como varia, justificando.

a) o potencial de ionização dos elementos.

b) a eletronegatividade dos átomos dos elementos.

c) o tamanho dos átomos dos elementos.

06 Sem usar a tabela periódica, determine qual será o número atômico e a distribuição eletrônica do primeiro gás nobre após o radônio.

07 Imagine um elemento de Z = 150. Quais seriam sua distribuição eletrônica e seu período na Classificação Periódica?

08 (ITA) Dadas as configurações eletrônicas dos seguintes átomos no seu estado fundamental:

I. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

II. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$

III. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

IV. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

é **errado** afirmar que:

a) Dentre os átomos anteriores, o átomo **I** tem o maior potencial de ionização.

b) A perda de dois elétrons pelo átomo **II** leva à formação do cátion Mg^{2+}.

c) Dentre os átomos anteriores, o átomo **III** tem a maior afinidade eletrônica.

d) O ganho de um elétron pelo átomo **IV** ocorre com a liberação de energia.

e) O átomo **IV** é o mais eletronegativo.

09 (ITA) Considere as seguintes afirmações:

I. O nível de energia de um átomo, cujo número quântico principal é igual a 4, pode ter, no máximo, 32 elétrons.

II. A configuração eletrônica $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^2$ representa um estado excitado do átomo de oxigênio.

III. O estado fundamental do átomo de fósforo contém três elétrons desemparelhados.

IV. O átomo de nitrogênio apresenta o primeiro potencial de ionização menor que o átomo de flúor.

V. A energia necessária para excitar um elétron do estado fundamental do átomo de hidrogênio para o orbital 3s é igual àquela necessária para excitar este mesmo elétron para o orbital 3d.

Das afirmações feitas, estão **corretas**

a) apenas I, II e III.

b) apenas I, II e V.

c) apenas III e IV.

d) apenas III, IV e V.

e) todas.

10 (ITA) Qual das opções abaixo apresenta a comparação **errada** relativa aos raios de átomos e de íons?

a) raio do Na^+ < raio do Na.
b) raio do Na^+ < raio do F^-.
c) raio do Mg^{2+} < raio do O^{2-}.
d) raio do F^- < raio do O^{2-}.
e) raio do F^- < raio do Mg^{2+}.

11 (ITA) Considere as seguintes configurações eletrônicas e respectivas energias da espécie atômica (A), na fase gasosa, na forma neutra, aniônica ou catiônica, no estado fundamental ou excitado:

I. $ns^2\ np^5\ (n+1)s^2$ E_I
II. $ns^2\ np^6\ (n+1)s^1\ (n+1)p^1$ E_{II}
III. $ns^2\ np^4\ (n+1)s^2$ E_{III}
IV. $ns^2\ np^5$ E_{IV}
V. $ns^2\ np^6\ (n+1)s^2$ E_V
VI. $ns^2\ np^6$ E_{VI}
VII $ns^2\ np^5\ (n+1)s^1\ (n+1)p^1$ E_{VII}
VIII. $ns^2\ np^6\ (n+1)s^1$ E_{VIII}

Sabendo que é a energia, em módulo, do primeiro estado excitado do átomo neutro (A), assinale a alternativa errada.

a) $|E_{III} - E_{VI}|$ pode representar a energia equivalente a uma excitação eletrônica do cátion (A^+).

b) $|E_{II} - E_V|$ pode representar a energia equivalente a uma excitação eletrônica do ânion (A^-).

c) $|E_{IV} - E_{VI}|$ pode representar a energia equivalente à ionização do cátion (A^+).

d) $|E_{II} - E_{VIII}|$ pode representar a energia equivalente à afinidade eletrônica do átomo neutro (A).

e) $|E_{VII} - E_{VIII}|$ pode representar a energia equivalente a uma excitação eletrônica do átomo neutro (A).

LIGAÇÕES QUÍMICAS

01 (ITA) Dentre as opções abaixo, qual é aquela que contém a afirmação **falsa** relativa à natureza das ligações químicas?

a) Todas as ligações químicas têm em comum elétrons atraídos simultaneamente por núcleos positivos.

b) Ligações químicas em geral têm um caráter intermediário entre a ligação covalente pura e/ou ligação iônica pura e/ou ligação metálica pura.

c) Ligação química representa um compromisso entre forças atrativas e repulsivas.

d) Ligações metálicas são ligações covalentes fortemente orientadas no espaço.

e) Ligação covalente implica no "compartilhamento" de pares de elétrons por dois átomos.

02 (ITA) Considere os seguintes materiais:

I. Cal viva
II. Cobalto
III. Diamante
IV. Gelo seco
V. Hematita
VI. Liga de ouro e cobre
VII. Naftaleno
VIII. Quartzo

Considere também os seguintes tipos de agregação no estado sólido:

a) Covalente
b) Iônico
c) Metálico
d) Molecular

Assinale a opção que contém correlação certa entre materiais e tipos de agregação no estado sólido citados acima.

a)	VIII - a	V - b	II - c	IV - d
b)	I - a	VIII - b	V - c	III - d
c)	IV - a	I - b	III - c	VII - d
d)	III - a	IV - b	VI - c	VIII - d
e)	VII - a	II - b	III - c	V - d

03 (ITA) A ligação entre dois átomos terá caráter iônico acentuado quando:

a) ocuparem lugares muito próximos na classificação periódica.

b) tiverem ambos eletronegatividade grande.

c) tiverem ambos a energia de ionização baixa.

d) tiverem a mesma afinidade por elétrons.

e) nenhuma das respostas anteriores.

04 (ITA) Os hidretos do tipo H_2X dos elementos da família do oxigênio são todos gasosos em condições ambientais, com exceção do hidreto de oxigênio. Essa situação é conseqüência:

a) do baixo peso molecular do H_2O.

b) das ligações covalentes.

c) das pontes de hidrogênio entre as moléculas.

d) do fato de o oxigênio ser o elemento com maior raio atômico nessa família.

e) do fato de que o gelo é menos denso que a água líquida.

05 Dar uma explicação resumida para o fato da maioria dos elementos ser paramagnética, enquanto que a maioria das substâncias que eles formam ser diamagnética.

06 (IME) Um composto binário foi preparado a partir de um isótopo do elemento **X** e um isótopo do elemento **Y**. Sabe-se ainda:

a) que os átomos desses dois elementos são isóbaros;

b) um deles é do IIA (2) e o outro é do VIIA (17), na Tabela Periódica;

c) a massa molar do composto é 393,0 g/mol;

d) a relação entre os números de nêutrons dos dois tipos de átomos é 1,04.

Determinar os **Z** e as configurações eletrônicas de **X** e **Y**.

07 (ITA) Em relação a estrutura eletrônica do tetrafluoreto de carbono, assinale a opção que contém a afirmativa **errada**:

a) Em torno do átomo de carbono tem-se um octeto de elétrons.

b) Em torno de cada átomo de flúor tem-se um octeto de elétrons.

c) A molécula é apolar, embora contenha ligações polares entre átomos.

d) A molécula contém um total de 5 . 8 = 40 elétrons.

e) Os ângulos das ligações flúor-carbono-flúor são consistentes com a hibridização sp^3 do carbono.

08 (Unicamp) Um elemento metálico X reage com cloro dando um composto de fórmula XCl. Um outro elemento Y, também metálico, reage com cloro dando um composto de fórmula YCl_2. As massas atômicas relativas de X e Y são próximas.

a) Em que grupo da Tabela Periódica estariam os elementos X e Y?

b) Consulte a Tabela Periódica e dê o símbolo de dois elementos que poderiam corresponder a X e a Y.

09 (Unicamp) Freqüentemente tem-se recorrido à exumação de ossadas para investigação policial e arqueológica. Os ossos que restaram após um longo período de sepultamento resistiram à ação do tempo por serem constituídos, principalmente, por um tipo de fosfato de cálcio, muito estável, de fórmula genérica $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_x$.

a) Qual o nome do elemento químico que, no composto acima citado, aparece na forma de cátion?

b) Consulte a tabela periódica e indique outro elemento que poderia substituir o cátion do referido composto.

c) Determine o valor de x indicado na fórmula acima. Lembre-se de que a fórmula do ácido fosfórico é H_3PO_4.

10 (Unicamp) Considere as seguintes informações sobre os elementos químicos X, Y e Z:

Elemento	Família ou Grupo	Período
X	do oxigênio	2
Y	14	2
Z	dos alcalinos	4

a) Quais são os elementos X, Y e Z?

b) A combinação de dois desses elementos pode formar substâncias não iônicas e gasosas a temperatura e pressão ambientes. Escreva a fórmula de uma dessas substâncias.

c) Escreva a fórmula de uma substância iônica e sólida formada pela combinação dos três elementos.

11 (Unicamp) O sódio, Na, reage com cloro, Cl_2, dando cloreto de sódio, segundo a reação representada pela equação química:

$$2\ Na + Cl_2 \rightarrow 2\ NaCl$$

Baseando-se nessas informações e na Classificação Periódica, escreva:

a) A equação química que representa a reação entre o potássio, K, e o cloro, Cl_2.

b) A equação química que representa a reação entre o cálcio, Ca e o bromo, Br_2.

12 (ITA) Uma determinada substância apresenta as seguintes propriedades físico-químicas:

I. O estado físico mais estável a 25 °C e 1 atm é o sólido.

II. No estado sólido apresenta estrutura cristalina.

III. A condutividade elétrica é praticamente nula no estado físico mais estável a 25 °C e 1 atm.

IV. A condutividade elétrica é alta no estado líquido.

A alternativa relativa à substância que apresenta todas as propriedades acima é a

a) poliacetileno.
b) brometo de sódio.
c) iodo.
d) silício.
e) grafita.

13 (ITA) Se laranjas são empilhadas numa caixa, na forma mais compacta possível, tal como na estrutura cristalina cúbica de face centrada, cada laranja terá como vizinhas mais próximas quantas outras laranjas?

a) 6
b) 8
c) 10
d) 12
e) 14

14 (ITA) Assinale a opção que contém a afirmação **falsa**.

a) NH_3 tem três momentos de dipolo elétrico cujo somatório não é nulo.

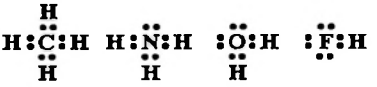
b) CH_4 tem quatro momentos de dipolo elétrico cujo somatório é nulo.

c) CO_2 tem dois momentos de dipolo elétrico cujo somatório é nulo.

d) O momento de dipolo elétrico total do acetileno é zero.

e) A ligação dupla de carbono tem momento de dipolo elétrico menor do que a ligação tripla entre átomos de carbono.

15 (Unicamp) Observe as seguintes fórmulas eletrônicas (fórmula de Lewis):



Consulte a Classificação Periódica dos Elementos e escreva as fórmulas eletrônicas das moléculas formadas pelos seguintes elementos:

a) fósforo e hidrogênio;
b) enxofre e hidrogênio;
c) flúor e carbono.

16 (Unicamp) A uréia (CH_4N_2O) é o produto mais importante de excreção do nitrogênio pelo organismo humano. Na molécula da uréia, formada por oito átomos, o carbono apresenta duas ligações simples e uma dupla, o oxigênio uma ligação dupla, cada átomo de nitrogênio três ligações simples e cada átomo de hidrogênio uma ligação simples. Átomos iguais não se ligam entre si. Baseando-se nestas informações, escreva a fórmula estrutural da uréia, representando ligações simples por um traço (–) e ligações duplas por dois traços (=).

17 (ITA) A(s) ligação(ões) carbono-hidrogênio existente(s) na molécula de metano (CH_4) pode(m) ser interpretada(s) como sendo formada(s) pela interpenetração frontal dos orbitais atômicos "s" do átomo de hidrogênio, com os seguintes orbitais atômicos do átomo de carbono:

a) Quatro orbitais p.
b) Quatro orbitais sp^3.
c) Um orbital híbrido sp^3.
d) Um orbital s e três orbitais p.
e) Um orbital p e três orbitais sp^2.

18 (ITA) Assinale a opção que contém a afirmação **errada** a respeito das seguintes espécies químicas, todas no estado gasoso:

H_2 HCl HF PCl_3 PCl_5

a) A ligação no H_2 é mais covalente e a no HF é a mais iônica.
b) O H_2 e o HCl são, ambos, diamagnéticos.
c) O PCl_5 tem um momento de dipolo elétrico maior do que o PCl_3.

d) O H_2 e o PCl_5 não possuem momento de dipolo elétrico permanente.
e) O H_2 pode ter momento de dipolo elétrico induzido.

19 (ITA) Sobre os óxidos de nitrogênio, NO, N_2O e NO_2 considere as afirmações:

I. Sabendo-se que o N_2O é linear e apolar, segue que a seqüência de átomos nesta molécula é N O N e não N N O.

II. Sabendo-se que o NO_2 é polar, o ângulo entre as ligações N – O é diferente de 180°.

III. Sabendo-se que o NO_2 é polar, segue que o íon $NO_2^+(g)$, deve necessariamente ter geometria linear.

Está(ão) **correta(s)**:

a) Todas.
b) Apenas I e III.
c) Apenas I e II.
d) Apenas II.
e) Apenas I.

20 (ITA) Considere as afirmações:

I. Cristais apresentam um arranjo regular e repetitivo de átomos ou de íons de moléculas.

II. Materiais policristalinos são formados pelos agrupamentos monocristais.

III. Monocristais de NaCl são transparentes à luz visível.

IV. Cristais metálicos e iônicos difratam ondas eletromagnéticas com comprimento de onda na região dos raios-X.

V. Alumínio, quartzo e naftaleno podem ser sólidos cristalinos nas condições ambientes.

Está(ão) **correta(s)**:

a) Todas
b) Apenas I, II, IV e V
c) Apenas II e V
d) Apenas III e IV
e) Apenas I

21 (ITA) Das substâncias a seguir relacionadas, qual delas, no estado sólido, não apresenta ligações químicas intramoleculares do tipo covalente?

a) Iodo.
b) Silício.
c) Prata.
d) Naftaleno.
e) Lauril-sulfato de sódio (detergente de uso doméstico).

22 (ITA) Assinale a opção que contém a geometria molecular correta das espécies OF_2, SF_2, BF_3, NF_3, CF_4 e XeO_4, todas no estado gasoso.

a) Angular, linear, piramidal, piramidal, tetraédrica e quadrado planar.

b) Linear, linear, trigonal plana, piramidal, quadrado planar e quadrado planar.

c) Angular, angular, trigonal plana, piramidal, tetraédrica e tetraédrica.

d) Linear, angular, piramidal, trigonal plana, angular e tetraédrica.

e) Trigonal plana, linear, tetraédrica, piramidal, tetraédrica e quadrado planar.

23 (ITA) A opção que contém seqüência correta de comparação do comprimento de ligação química entre os átomos de carbono e oxigênio nas espécies CO, CO_2, HCOOH e CH_3OH, todas no estado gasoso, é

a)	CO	>	CO_2	>	CH_3OH	>	HCOOH
b)	CH_3OH	>	CO_2	>	CO	>	HCOOH
c)	HCOOH	>	CO	>	CO_2	>	CH_3OH
d)	CO_2	>	HCOOH	>	CH_3OH	>	CO
e)	CH_3OH	>	HCOOH	>	CO_2	>	CO

24 (ITA) Uma determinada substância cristaliza no sistema cúbico. A aresta da célula unitária dessa substância é representada por **Z**, a massa específica por μ e a massa molar por **M**. Sendo **Nav** igual ao número de Avogadro, qual é a expressão algébrica que permite determinar o número de espécies que formam a célula unitária desta substância?

a) $(Z^3\ \mu) / M$

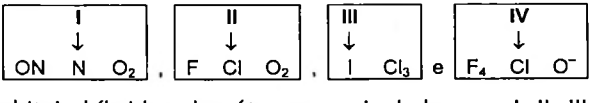
b) $(Z^3\ M) / \mu$

c) Z^3 / μ

d) $(Z^3\ M\ Nav) / \mu$

e) $(Z^3\ \mu\ Nav) / M$

25 (ITA) Considere as seguintes espécies químicas no estado gasoso, bem como os respectivos átomos assinalados pelos algarismos romanos:



Os orbitais híbridos dos átomos assinalados por I, II, III e IV são respectivamente:

a) sp^2, sp^3, dsp^3 e d^2sp^3.

b) sp^2, sp^2, sp^3 e dsp^3.

c) sp^3, dsp^3, d^2sp^3 e sp^3.
d) sp^3, sp^2, dsp^3 e d^2sp^3.
e) sp, dsp^3, sp^3 e dsp^3.

26 (ITA) Escreva a estrutura de Lewis para cada uma das moléculas a seguir, prevendo a geometria molecular (incluindo os ângulos de ligação) e os orbitais híbridos no átomo central.
a) $XeOF_4$
b) $XeOF_2$
c) XeO_4
d) XeF_4

27 (ITA) Qual das moléculas a seguir, todas no estado gasoso, apresenta um momento de dipolo elétrico permanente igual a zero?
a) Metanol
b) Metanal
c) 1, 3, 5-tricloro-benzeno
d) 1, 2, 3-tricloro-benzeno
e) Diclorometano

28 (ITA) Existem três estruturas possíveis para a molécula de $PF_3(CH_3)_2$, onde o átomo de fósforo é o átomo central. Desenhe as três estruturas e explique como valores de momento de dipolo obtidos experimentalmente podem ser utilizados para distingui-las.

29 (Unicamp) - Vamos considerar duas buretas lado a lado. Numa se coloca água e na outra n-hexano, mas não digo qual é qual. Pego agora um bastão de plástico e atrito-o com uma flanela. Abro as torneiras das duas buretas, deixando escorrer os líquidos que formam "fios" até caírem nos frascos coletores. Aproximo o bastão de plástico e o posiciono no espaço entre os dois fios, bem próximo dos mesmos.

a) A partir da observação do experimento, como se pode saber qual das duas buretas contém n-hexano? Por quê? Explique fazendo um desenho.

- Hi! Esta questão me entortou! Deixe-me pensar um pouco... Ah! Já sei!... Pergunte mais! - diz Naná.

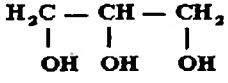
b) Se em lugar de água e de n-hexano fossem usados trans-1,2-dicloroeteno e cis-1,2-dicloroeteno, o que se observaria ao repetir o experimento?

30 (ITA) Considere as seguintes espécies no estado gasoso: NF_3, BeF_2, BCl_3, ClF_3, KrF_4 e SeO_4^{2-}. Quais delas apresentam momento de dipolo elétrico?
a) Apenas NF_3 e SeO_4^{2-}.
b) Apenas BeF_2, ClF_3 e KrF_4.

c) Apenas BCl_3, SeO_4^{2-} e KrF_4.
d) Apenas NF_3 e ClF_3.
e) Apenas BeF_2, BCl_3 e SeO_4^{2-}.

31 (Unicamp) Considere três substâncias CH_4, NH_3 e H_2O e três temperaturas de ebulição: 373 K, 112 K e 240 K. Levando-se em conta a estrutura e a polaridade das moléculas destas substâncias, pede-se:
a) Correlacionar as temperaturas de ebulição às substâncias.
b) Justificar a correlação que você estabeleceu.

32 (Unicamp) Na produção industrial de panetones, junta-se a massa o aditivo químico U.I. Este aditivo é a glicerina, que age como umectante, ou seja, retém a umidade para que a massa não resseque demais. A fórmula estrutural da glicerina (propanotriol) é:



a) Represente as ligações entre as moléculas de água e a de glicerina.
b) Por que, ao se esquentar uma fatia de panetone ressecado, ela amolece, ficando mais macia?

33 (ITA) Considere grandes superfícies de água em repouso, como por exemplo a de uma piscina sem banhista, com as bombas desligadas e não sujeita a ventos.

Alternativa (A)	Sobre uma superfície deste tipo coloca-se suavemente uma gota de hidrocarbonetos pouco voláteis, como os constituintes do óleo diesel.
Alternativa (B)	Sobre outra superfície deste tipo coloca-se suavemente uma gota de um ácido carboxílico de cadeia longa, tal como o ácido oléico.

Valendo-se de palavras e de figuras, mostre o que vai acontecer com o formato e a extensão do que foi colocado na superfície da água **em cada uma das alternativas anteriores**.

34 (ITA) Assinale a opção **correta** em relação à comparação das temperaturas de ebulição dos seguintes pares de substâncias:
a) Éter dimetílico > etanol; propanona > ácido etanóico; naftaleno < benzeno.

b) Éter dimetílico < etanol; propanona < ácido etanóico; naftaleno > benzeno.
c) Éter dimetílico > etanol; propanona < ácido etanóico; naftaleno > benzeno.
d) Éter dimetílico > etanol; propanona > ácido etanóico; naftaleno > benzeno.
e) Éter dimetílico < etanol; propanona < ácido etanóico; naftaleno < benzeno.

35 (ITA) Considere os seguintes álcoois:
I. Etanol
II. n-Propanol
III. n-Butanol
IV. n-Pentanol
V. n-Hexanol

Assinale a opção **correta** em relação a comparação das solubilidades em água, a 25 °C, dos seguintes álcoois:
a) Etanol > n-propanol > n-butanol > n-pentanol > n-hexanol.
b) Etanol ≈ n-propanol > n-butanol > n-pentanol > n-hexanol.
c) Etanol ≈ n-propanol > n-butanol ≈ n-pentanol > n-hexanol.
d) Etanol > n-propanol > n-butanol > n-pentanol < n-hexanol.
e) Etanol < n-propanol < n-butanol < n-pentanol < n-hexanol.

36 (Unicamp) Para se ter uma idéia do que significa a presença de polímeros sintéticos na nossa vida, não é preciso muito esforço. Imagine o interior de um automóvel sem polímeros, olhe para sua roupa, para seus sapatos, para o armário do banheiro. A demanda por polímeros é tão alta que, em países mais desenvolvidos, o seu consumo chega a 150 kg por ano por habitante.

Em alguns polímeros sintéticos, uma propriedade bastante desejável é a sua resistência à tração. Essa resistência ocorre, principalmente, quando átomos de cadeias poliméricas distintas se atraem. O náilon, que é uma poliamida, e o polietileno, representados a seguir, são exemplos de polímeros.

$$[\text{-NH-}(CH_2)_6\text{-NH-CO-}(CH_2)_4\text{-CO-}]n \quad \text{náilon}$$
$$[\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}]n \quad \text{polietileno}$$

a) Admitindo-se que as cadeias destes polímeros são lineares, qual dos dois é mais resistente à tração? Justifique.

b) Desenhe os fragmentos de duas cadeias poliméricas do polímero que você escolheu no item a, identificando o principal tipo de interação existente entre elas que implica na alta resistência à tração.

37 (ITA) Na tabela a seguir são mostrados os valores de temperatura de fusão de algumas substâncias.

Substância	Temperatura de fusão (°C)
Bromo	-7
Água	0
Sódio	98
Brometo de sódio	747
Silício	1414

Em termos dos tipos de interação presentes em cada substância, justifique a ordem crescente de temperatura de fusão das substâncias listadas.

38 (ITA) Qualitativamente (sem fazer contas), como você explica o fato de a quantidade de calor trocado na vaporização de um mol de água no estado líquido ser muito maior do que o calor trocado na fusão da mesma quantidade de água no estado sólido?

Reações Químicas

01 (ITA) Quando carbeto de alumínio (Al_4C_3) é adicionado em um béquer contendo água líquida a 25 °C, ocorre a formação de hidróxido de alumínio e a liberação de um gás. O gás formado é o

a) H_2
b) CO
c) CO_2
d) CH_4
e) C_2H_2

02 (ITA) Considere a seguinte seqüência de sais de sódio: sulfato, sulfito, tiossulfato e sulfeto. A opção que contém a seqüência de fórmulas corretas destes sais é:

a) Na_2SO_4 ; $Na_2S_2O_3$; Na_2SO_3 e Na_2S
b) Na_2SO_4 ; Na_2S ; $Na_2S_2O_3$ e Na_2SO_3
c) $Na_2S_2O_3$; Na_2S ; Na_2SO_4 e Na_2SO_3
d) Na_2SO_4 ; Na_2SO_3 ; $Na_2S_2O_3$ e Na_2S
e) Na_2SO_3 ; Na_2SO_4 ; $Na_2S_2O_3$ e Na_2S

03 (Unicamp) O fármaco havia sido destruído pela explosão e pelo fogo. O que, porventura, tivesse sobrado, a chuva levara embora. Para averiguar a possível troca do produto, Estrondosa pegou vários pedaços dos restos das embalagens que continham o fármaco. Eram sacos de alumínio revestidos, internamente, por uma película de polímero. Ela notou que algumas amostras eram bastante flexíveis, outras, nem tanto. No laboratório da empresa, colocou os diversos pedaços em diferentes frascos, adicionou uma dada solução, contendo um reagente, e esperou a dissolução do metal; quando isso ocorreu, houve evolução de um gás. Com a dissolução do alumínio, o filme de plástico se soltou, permitindo a Estrondosa fazer testes de identificação. Ela tinha a informação de que esse polímero devia ser polipropileno, que queima com gotejamento e produz uma fumaça branca. Além do polipropileno, encontrou poliestireno, que queima com produção de fumaça preta. Tudo isso reforçava a idéia da troca do fármaco, ou de uma parte dele, ao menos, incriminando o vigia.

a) Escreva a equação que representa a reação de dissolução do alumínio, admitindo um possível reagente utilizado por Estrondosa.

b) Pode-se dizer que a diferença entre o poliestireno e o poli-

propileno, na fórmula geral, está na substituição do anel aromático por um radical metila. Se o poliestireno pode ser representado por $-\left[CH_2CH(C_6H_5)\right]-_n$, qual é a representação do polipropileno?

04 (Unicamp) Diante dos resultados dos testes feitos por Estrondosa, Rango resolveu falar novamente com o vigia e pediu-lhe para esvaziar os bolsos. Entre outras coisas, havia um pequeno envelope plástico, contendo um misterioso pó branco. - Que pó é esse? - perguntou Rango.

- É óxido de ferro que o técnico do laboratório me deu para adicionar ao leite do meu gato que estava anêmico. - respondeu o vigia.

- Óxido de ferro?! - exclamou Estrondosa. - Este pó branquinho?! Nem na China!

Diante da explicação, Rango resolveu que iria examinar o pó no laboratório, mais tarde.

a) Por que, só de ver o pó, Estrondosa pôde ter certeza de que não se tratava de óxido de ferro?

b) O óxido de ferro ingerido dissolve-se no estômago, devido ao baixo pH. Escreva a equação química que representa a dissolução do óxido de ferro III no estômago.

05 (Unicamp) Sabendo-se que o nitrogênio(N) tem cinco elétrons em sua camada de valência:

a) represente, de forma esquemática, a estrutura eletrônica (fórmula eletrônica ou de Lewis) da amônia (NH_3) indicando cada par eletrônico por dois pontos(:).

b) observando a estrutura esquematizada, que propriedades ácidas ou básicas, pode-se esperar que a amônia apresente? Justifique.

06 (Unicamp) Considerando as reações representadas pelas equações a seguir:

a) $H_2O + HCl \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

b) $H_2O + NH_3 \rightarrow (NH_4)^+ + OH^-$

Classifique o comportamento da água, em cada uma das reações, segundo o conceito ácido-base de Bronsted. Justifique.

07 (ITA) Considere os cinco conjuntos de pares de moléculas no estado gasoso:

I. H_2NNH_2 e CH_3NH_2
II. N_2 e NH_3
III. Cl_2 e H_2CCl_2
IV. N_2 e CO
V. CCl_4 e CH_4

Qual das opções a seguir contém os conjuntos de pares de moléculas que são respectivamente: básicas, isoeletrônicas e apolares?

a) I, II e III
b) I, III e IV
c) II, IV e V
d) II, III e V
e) I, IV e V

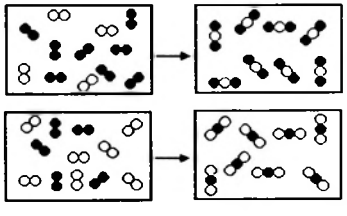
08 (ITA) Indique a opção que contém a equação química de uma reação ácido-base na qual a água se comporta como base.

a) $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4OH$.
b) $NaNH_2 + H_2O \leftrightarrows NH_3 + NaOH$.
c) $Na_2CO_3 + H_2O \leftrightarrows NaHCO_3 + NaOH$.
d) $P_2O_5 + 3\ H_2O \leftrightarrows 2\ H_3PO_4$.
e) $TiCl_4 + 2\ H_2O \leftrightarrows TiO_2 + 4\ HCl$.

09 (Unicamp) Sob condições adequadas, uma mistura de nitrogênio gasoso, $N_2(g)$, e de oxigênio gasoso, $O_2(g)$, reage para formar diferentes óxidos de nitrogênio. Se representarmos o elemento nitrogênio e elemento oxigênio conforme a legenda a seguir, duas dessas reações químicas podem ser esquematizadas como:

I.

II.



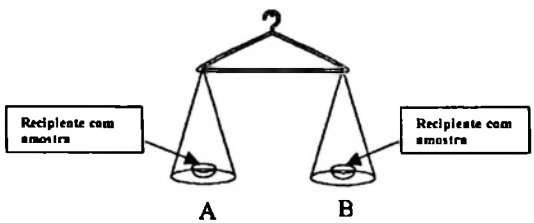
a) Dê a fórmula química do composto formado na reação esquematizada em I.
b) Escreva a equação química balanceada representada no esquema II.

10 (Unicamp) Fontes vegetais de lipídios contêm moléculas de ácidos graxos (ácidos carboxílicos poliinsaturados) que apresentam estrutura cis. O processo de hidrogenação parcial destas gorduras, como por exemplo na fabricação de margarinas, pode conduzir à formação de isômeros trans, que não são desejáveis, visto que estes são suspeitos de elevarem o teor de colesterol no sangue.

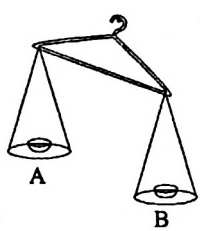
a) Escreva a equação química que representa, genericamente, a hidrogenação de uma dupla ligação carbono-carbono.

b) O ácido linoléico pode ser representado pela fórmula $C_{18}H_{32}O_2$. Quantas duplas ligações contêm uma molécula deste ácido? Justifique.

11 (Unicamp) Numa balança improvisada, feita com um cabide, como mostra a figura abaixo, nos recipientes (**A** e **B**) foram colocadas quantidades iguais de um mesmo sólido, que poderia ou ser palha de ferro ou ser carvão.



Foi ateado fogo à amostra contida no recipiente **B**. Após cessada a queima, o arranjo tomou a seguinte disposição:



a) Considerando o resultado do experimento, decida se o sólido colocado em A e B era palha de ferro ou carvão. Justifique.

b) Escreva a equação química da reação que ocorreu.

12 (ITA) Considere as seguintes afirmações:
I. Óxidos como Na_2O, MgO e ZnO são compostos iônicos.
II. Óxidos como K_2O, BaO e CuO são básicos.
III. Óxidos de carbono, nitrogênio e enxofre são compostos moleculares.
IV. PbO_2 e MnO_2 são oxidantes fortes.
Destas afirmações estão **corretas**:
a) Apenas I e II. b) Apenas I e III.
c) Apenas III e IV. d) Apenas I, II e III.
e) Todas.

13 (ITA) Quando soluções aquosas de sulfeto de sódio e de nitrato de prata são misturadas observa-se uma lenta turvação da mistura, que com o passar do tempo é sedimentada na forma de um precipitado preto. Qual das equações químicas a seguir é mais indicada para descrever a transformação química que ocorre?
a) $Na_2S + 2\ AgNO_3 \rightarrow 2\ NaNO_3 + Ag_2S$
b) $Na^+(aq) + NO_3^-(aq) \rightarrow NaNO_3(s)$
c) $S^{2-}(aq) + 2\ Ag^+(aq) \rightarrow Ag_2S(s)$
d) $2\ Na^+(aq) + S^{2-}(aq) + 2\ Ag^+(aq) + 2\ (NO_3)^-(aq) \rightarrow NaNO_3(s) + Ag_2S(s)$
e) $Na_2S + 2\ AgNO_3 \rightarrow 2\ NaNO_3 + Ag_2S$

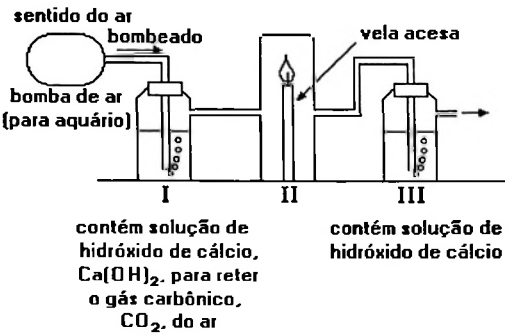
14 (ITA) Colocando grãos de nitrato de potássio em um frasco com água, nota-se que com o passar do tempo o sólido desaparece dentro da água. Qual das equações a seguir é a mais adequada para representar a transformação que ocorreu dentro do frasco?
a) $KNO_3(c) \rightarrow KNO_3(l)$.
b) $KNO_3(c) + H_2O(l) \rightarrow KOH(aq) + HNO_3(aq)$.
c) $KNO_3(c) \rightarrow K^+(aq) + NO_3^-(aq)$.
d) $KNO_3(c) \rightarrow K(l) + NO_3(aq)$.
e) $KNO_3(c) + H_2O(l) \rightarrow KNO_2(aq) + H_2O_2(aq)$.

15 (Unicamp) No armazém de uma empresa, perderam-se acidentalmente os rótulos de três barricas. Uma delas contém nitrato de amônio (NH_4NO_3), outra carbonato de sódio (Na_2CO_3) e outra, nitrato de sódio ($NaNO_3$). Todos estes sais têm o mesmo aspecto (pós brancos). Utilizando apenas vinagre (solução aquosa de ácido acético), água filtrada, copos e talheres, disponíveis na cozinha da empresa, e também as informações a seguir, como você faria para identificar estes sais?

Informações:

- Os sais de amônio, em presença de hidróxido e carbonatos de metais alcalinos, desprendem amônia, NH_3, de cheiro característico.
- Os carbonatos reagem com ácido, produzindo efervescência, ou seja, desprendimento de gás carbônico, CO_2.

16 (Unicamp) Para se manter a vela acesa, na aparelhagem a seguir esquematizada, bombeia-se ar, continuadamente, através do sistema



a) O que se observará no frasco III, após um certo tempo?

b) Escreva a equação química que representa a reação verificada no frasco III.

17 (Unicamp) Você tem diante de si um frasco com um pó branco que pode ser um dos seguintes sais: cloreto de sódio (NaCl), carbonato de sódio (Na_2CO_3) ou carbonato de cálcio ($CaCO_3$). Num livro de química você encontrou as seguintes informações:

a) Todos os carbonatos em presença de ácido clorídrico produzem efervescência.

b) Todos os carbonatos são insolúveis, com exceção dos carbonatos de metais alcalinos (Li, Na, K, Rb, Cs) e de amônio $(NH_4)^+$.

c) Todos os cloretos são solúveis, com exceção dos cloretos de chumbo, prata e mercúrio.

Dispondo apenas de recipientes de vidro, água e ácido clorídrico, como você faria para identificar o sal?

18 (Unicamp) Ácido clorídrico comercial, vendido com o nome de ácido muriático, é muito empregado na limpeza de pisos de pedra. Entretanto ele não deve ser usado em piso de mármore, devido à reação que ocorre entre esse ácido e o carbonato de cálcio constituinte do mármore.

a) Escreva a equação química que representa essa reação.

Na limpeza de uma casa, acidentalmente, caiu um pouco de ácido muriático sobre o piso de mármore. O dono da casa agiu rapidamente. Absorveu o ácido com um pano e, a seguir, espalhou sobre o local atingido um dos seguintes "produtos" comumente encontrados numa residência: vinagre, água, amoníaco ou sal de cozinha. Dentre essas opções o dono escolheu a melhor.

b) Qual foi essa opção? Justifique sua resposta.

19 (ITA) Qual dos ácidos a seguir é o menos volátil?

a) HCl.
b) HI.
c) H_2SO_3.
d) H_2SO_4.
e) CH_3CH_2COOH.

20 (Unicamp) Tem-se uma solução aquosa que pode conter apenas os nitratos de alumínio, magnésio e zinco. Essa solução foi submetida ao seguinte tratamento:

I. Adicionou-se solução de NaOH em excesso. Formou-se um precipitado A, que foi separado por filtração.

II. Ao filtrado do item I, adicionou-se HNO_3 diluído até o meio ficar ácido. A seguir juntou-se solução de NH_4OH em excesso, formando-se um precipitado B que foi separado por filtração. Restou uma solução C.

Com base nas informações acima e na tabela a seguir:

cátion	NH_4OH em excesso	NaOH em excesso	HNO_3 diluído em excesso
Al^{3+}	precipita	solúvel	solúvel
Mg^{2+}	precipita	precipita	solúvel
Zn^{2+}	solúvel	solúvel	solúvel

a) Escreva a equação química da reação de precipitação de A.

b) Considerando a solução aquosa inicial, que cátion não se pode ter certeza que exista nela? Justifique.

21 (Unicamp) Conta-se que, durante a 2ª. Guerra Mundial, espiões alemães mandavam mensagens com uma tinta invisível que era essencialmente uma solução de nitrato de chumbo, $Pb(NO_3)_2$. Descreva, com base nas informações a seguir, um procedimento para tornar a escrita com nitrato de chumbo visível. Justifique sua resposta.

- O sulfato de chumbo é um sólido branco, pouco solúvel em água.
- O iodeto de chumbo é um sólido amarelo, pouco solúvel em água.
- O sulfeto de chumbo é um sólido preto, pouco solúvel em água.
- O cloreto de chumbo é um sólido branco, pouco solúvel em água.
- O nitrato de potássio é branco e solúvel em água.
- Todos os sais de sódio são solúveis em água.

22 (ITA) Considere as afirmações sobre os óxidos de nitrogênio NO, N_2O e NO_2:

I. A formação destes óxidos, a partir de N_2 e O_2, é endotérmica.

II. Os números de oxidação dos átomos de nitrogênio nos óxidos NO, N_2O e NO_2 são, respectivamente, +2, +1, e +4.

III. O N_2O é chamado de gás hilariante.

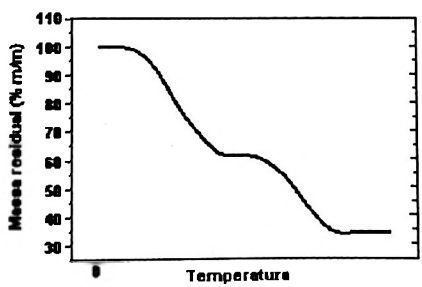
IV. O NO é anidrido do ácido nítrico.

V. O NO_2 é um gás colorido.

Estão **corretas**:

a) Apenas II e IV.
b) Apenas III e V.
c) Apenas I, II, III e V.
d) Apenas I, II, IV e V.
e) Todas.

23 (ITA) Certa substância foi aquecida em um recipiente aberto, em contato com o ar, numa velocidade de 10 °C / min. A figura a seguir mostra, em termos percentuais, como varia a fração de massa residual remanescente no recipiente em função da temperatura.



Qual das opções abaixo apresenta a substância no estado sólido, que poderia apresentar tal comportamento?

a) $CaCO_3$.
b) $Ca(HCO_3)_2$.
c) $(NH_4)_2CO_3$.
d) $CaSO_4$.
e) NH_4HCO_3.

24 (ITA) Num tubo de ensaio dissolve-se açúcar em água e acrescenta-se uma porção de fermento biológico do tipo utilizado na fabricação de pães. Após certo tempo observa-se a liberação de gás nesta mistura. O borbulhamento deste gás em uma solução aquosa não saturada em $Ba(OH)_2$ provoca, inicialmente, sua turvação. Esta desaparece com o borbulhamento prolongado do gás. A respeito das descrições feitas nestes experimentos são feitas as seguintes afirmações:

I. O produto gasoso formado, e responsável pela turvação inicial da solução de $Ba(OH)_2$, é o monóxido de carbono (CO).

II. O produto gasoso formado, e responsável pela turvação inicial da solução de $Ba(OH)_2$, é o etanol.

III. A turvação inicial da solução de $Ba(OH)_2$ é justificada pela precipitação do $Ba(HCO_3)_2(c)$.

IV. A turvação inicial da solução de $Ba(OH)_2$ é justificada pela precipitação do $Ba(OH)_2(c)$.

V. O desaparecimento da turvação inicial da solução de $Ba(OH)_2$ é justificado pela reação química representa-da pela seguinte equação:

$Ba(OH)_2(c) + HCO_3^-(aq) \rightarrow BaCO_3(aq) + H_2O(l) + OH^-(aq)$.

Das informações acima estão **erradas**.

a) apenas I e III.
b) apenas I e V.
c) apenas II e IV.
d) apenas II, IV e V.
e) todas.

25 (Unicamp) O biodiesel é um combustível alternativo que pode ser produzido a partir de óleos vegetais, novos ou usados, ou gorduras animais, através de um processo químico conhecido como transesterificação ou alcoólise. Nesse processo, moléculas de álcool substituem a do glicerol (glicerina) no éster de partida (óleo ou gordura), liberando essa molécula. A massa reacional final é constituída de duas fases líquidas imiscíveis. A fase mais densa é composta de glicerina bruta, impregnada com excessos utilizados de álcool, água e impurezas, e a menos densa é uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos, conforme a natureza do álcool utilizado na reação de transesterificação.

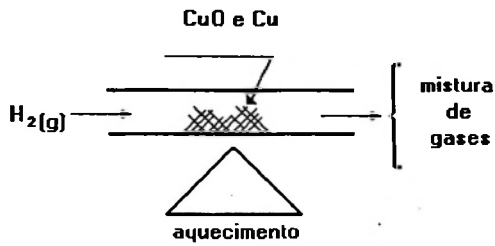
a) De acordo com as informações do texto, após o processo de transesterificação, qual fase interessa na obtenção do biodiesel, a inferior ou a superior? Justifique.

b) O biodiesel não contém enxofre em sua composição. Com base nessa informação, pode-se afirmar que "A combustão do biodiesel apresenta vantagens em relação à do diesel do petróleo, no que diz respeito ao fenômeno da chuva ácida"? Justifique sua resposta.

c) O Brasil consome anualmente cerca de 36 bilhões de litros de óleo diesel, sendo 10% importados já refinados, enquanto a produção de óleos vegetais é de 3,6 bilhões de litros, aproximadamente. Se desse óleo vegetal restassem 50% como resíduo e esse resíduo fosse transformado em biodiesel, em quantos por cento seria diminuída a importação de óleo diesel já refinado? Considere que o volume de biodiesel produzido seja igual ao do material de partida. Mostre os cálculos.

26 (Unicamp) Leia a frase seguinte e transforme-a em uma equação química (balanceada), utilizando símbolos e fórmulas: "Uma molécula de nitrogênio gasoso, contendo dois átomos de nitrogênio por molécula, reage com três moléculas de hidrogênio diatômico, gasoso, produzindo duas moléculas de amônia gasosa, a qual é formada por três átomos de hidrogênio e um de nitrogênio".

27 (Unicamp) O óxido de cobre-II, CuO, é reduzido pelo $H_2(g)$ a cobre metálico, em uma aparelhagem esquematizada a seguir:



a) Faça a equação da reação química correspondente.

b) Além do hidrogênio, qual outro componente encontra-se na mistura gasosa?

28 (ITA) Três recipientes iguais de 4 litros de capacidade, chamados de 1, 2 e 3, mantidos na mesma temperatura, contêm 180 mL de água. A cada um destes recipientes se junta, respectivamente, 0,10 mol de cada uma das seguintes substâncias: óxido de cálcio, cálcio metálico e hidreto de cálcio. Após a introdução do respectivo sólido, cada frasco é bem fechado. Escreva as equações químicas, completas e balanceadas, para cada uma das reações que ocorre em cada recipiente.

29 (ITA) Silicatos de sódio podem ser preparados por reação química entre carbonato de sódio e sílica. Os produtos desta reação podem ser representados por

$$(Na_2O)_x(SiO_2)_y + x\ Z$$

onde **x** e **y** são números inteiros possíveis e **Z** representa uma certa substância. São feitas as afirmações:

I. A letra **Z** está representando o dióxido de carbono.

II. A reação de formação do silicato de sódio é uma reação tipo ácido-base.

III. O valor de **y/x** é igual a razão (massa/massa) entre SiO_2 / Na_2O.

IV. O valor de **y/x** é igual à razão (mol/mol) entre SiO_2 / Na_2O.

Estão **corretas** apenas:

a) I, II e IV.
b) II, III e IV.
c) I e II.
d) I e IV.
e) III e IV.

30 (ITA) Um aluno recebeu uma amostra de um material sólido desconhecido de coloração azul. Em um tubo de ensaio contendo 10 mL de água destilada foram adicionados aproximadamente 0,50 g dessa amostra. Em outro tubo contendo 10 mL de uma solução aquosa de ácido acético foi adicionada a mesma quantidade da mesma amostra. No tubo contendo água destilada nada foi observado, não ocorrendo dissolução e nem mudança de coloração do sólido. No tubo contendo ácido acético foi observada a formação de bolhas de gás, bem como a coloração azulada da solução. A partir dessas informações, qual das substâncias a seguir poderia corresponder ao material recebido pelo aluno?

a) Cloreto ferroso.
b) Sulfato cuproso.
c) Carbonato férrico.
d) Hidróxido cuproso.
e) Carbonato básico de cobre.

31 (ITA) Quando se deseja detectar a presença de NH_4^+ em soluções aquosas, aquece-se uma mistura da solução que contém esse íon com uma base forte, NaOH por exemplo; testa-se então o gás produzido com papel indicador tornassol vermelho umedecido em água.

Explique por que esse experimento permite detectar a presença de íons NH_4^+ em soluções aquosas. Em sua explicação devem constar a(s) equação(ões) química(s) balanceadas da(s) reação(ões) envolvidas.

32 (Unicamp) As duas substâncias gasosas presentes em maior concentração na atmosfera não reagem entre si nas condições de pressão e temperatura como as reinantes nesta sala. Nas tempestades, em conseqüência dos raios, há reação dessas duas substâncias entre si, produzindo óxidos de nitrogênio, principalmente NO e NO_2.

a) Escreva o nome e a fórmula das duas substâncias presentes no ar em maior concentração.

b) Escreva a equação de formação, em conseqüência dos raios, de um dos óxidos mencionados acima, indicando qual é o redutor.

33 (ITA) Quando carbeto de alumínio (Al_4C_3) é adicionado em um béquer contendo água líquida a 25 °C, ocorre a formação de hidróxido de alumínio e a liberação de um gás. O gás formado é o

a) H_2 b) CO
c) CO_2 d) CH_4
e) C_2H_2

34 (Unicamp) A síntese de alimentos no ambiente marinho é de vital importância para a manutenção do atual equilíbrio do sistema Terra. Nesse contexto, a penetração da luz na camada superior dos oceanos é um evento fundamental. Ela possibilita, por exemplo, a fotossíntese, que leva à formação do fitoplâncton, cuja matéria orgânica serve de alimento para outros seres vivos. A equação química adiante, não-balanceada, mostra a síntese do fitoplâncton. Nessa equação o fitoplâncton é representado por uma composição química média.

$$CO_2 + NO_3^- + HPO_4^{2-} + H_2O + H^+ = C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P + 138\ O_2$$

a) Reescreva essa equação química balanceada.

b) De acordo com as informações do enunciado, a formação do fitoplâncton absorve ou libera energia? Justifique.

c) Além da produção de alimento, que outro benefício a formação do fitoplâncton fornece para o sistema Terra?

35 (Unicamp) Coincidentemente, duas equipes independentes de geólogos brasileiros encontraram dois meteoritos. Um foi encontrado em Cabaceiras, Paraíba, na região do polígono das secas e o outro em São Félix do Xingu, na Amazônia. Os dois eram, essencialmente, constituídos por ferro metálico. Um deles (**A**), no entanto, apresentava uma película de $Fe_2O_3.H_2O$ de 300×10^{-6} m de espessura, enquanto que o outro (**B**) apresentava uma superfície pouco alterada. Suspeita-se que ambos tiveram a mesma origem, tendo, portanto, a mesma composição química original. O gráfico adiante representa a formação de $Fe_2O_3.H_2O$ em função do tempo, em presença de ar atmosférico com umidades relativas diferentes.

a) Qual dos meteoritos, **A** ou **B**, caiu na região do Xingu? Justifique.

b) Escreva a equação química que representa a formação da substância que recobre a superfície do meteorito.

c) Há quanto tempo, pode-se estimar, caiu na Terra o meteorito que foi encontrado oxidado?

36 (ITA) Um composto sólido é adicionado a um béquer contendo uma solução aquosa de fenolftaleína. A solução adquire uma coloração rósea e ocorre a liberação de um gás que é recolhido. Numa etapa

posterior, esse gás é submetido à combustão completa, formando H_2O e CO_2. Com base nestas informações, é **correto** afirmar que o composto é

a) $CO(NH_2)_2$.
b) CaC_2.
c) $Ca(HCO_3)_2$.
d) $NaHCO_3$.
e) $Na_2C_2O_4$.

37 (Unicamp) No início das transmissões radiofônicas, um pequeno aparelho permitia a recepção do sinal emitido por estações de rádio. Era o chamado rádio de galena, cuja peça central constituía-se de um cristal de galena, que é um mineral de chumbo, na forma de sulfeto, de cor preta. O sulfeto de chumbo também aparece em quadros de vários pintores famosos que usaram carbonato básico de chumbo como pigmento branco. Com o passar do tempo, este foi se transformando em sulfeto de chumbo pela ação do gás sulfídrico presente no ar, afetando a luminosidade da obra. Para devolver à pintura a luminosidade original que o artista pretendeu transmitir, ela pode ser tratada com peróxido de hidrogênio, que faz com que o sulfeto de chumbo transforme-se em sulfato, de cor branca.

a) Escreva os símbolos químicos do chumbo e do enxofre. Lembre-se de que os símbolos químicos desses elementos se originam de seus nomes latinos "plumbum" e "sulfur".

b) Escreva a equação química que representa a transformação do sulfeto de chumbo em sulfato de chumbo pela ação do peróxido de hidrogênio.

c) Dentre as transformações químicas citadas nesta questão, alguma delas corresponde a uma reação de óxido-redução? Responda sim ou não e justifique a sua resposta.

Relações Numéricas

01 (Unicamp) Estima-se que a usina termoelétrica que se pretende construir em cidade próxima a Campinas, e que funcionará à base de resíduos da destilação do petróleo, poderá lançar na atmosfera, diariamente, cerca de 250 toneladas de SO_2 gasoso.

a) Quantas toneladas de enxofre estão contidas nessa massa de SO_2?

b) Considerando que a densidade do enxofre sólido é de 2,0 kg/L, a que volume, em litros, corresponde essa massa de enxofre?

02 (ITA) A observação experimental de que 1,20 g de carbono podem se combinar tanto com 1,60 g de oxigênio como com 3,20 g de oxigênio corresponde a uma confirmação da:

a) lei da conservação das massas de Lavoisier.
b) lei de Guldberg e Waage.
c) regra de Proust, sobre pesos atômicos.
d) lei das proporções múltiplas de Dalton.
e) lei das proporções recíprocas de Richter e Wenzel.

03 (ITA) Uma amostra de 15,4 gramas de uma mistura de KI(c) e NaI(c) contém um total de 0,100 mol de iodeto. Destas informações dá para concluir que a massa (em gramas) de KI(c) nesta mistura sólida era:

a) 3,7.
b) 4,2.
c) 7,5.
d) 11,2.
e) 15,4.

04 (ITA) Qual a quantidade de matéria de H_2O por litro existente em água pura nas condições ambientes?

a) 1/22,4.
b) 1.
c) 18.
d) 56.
e) 1000.

05 Qual a massa, em gramas, de gás amoníaco, NH_3, que contém $9,6 \times 10^{26}$ átomos? Usar $N_A = 6,0 \times 10^{23}$.

06 Uma maneira de calcular o número de Avogadro é determinar o número de elétrons necessário para depositar uma certa massa de um dado metal, por eletrólise. Para depositar 1,00 g de prata (Ag) metálica, a partir de uma solução contendo íons Ag^+, são consumidos 893 coulombs. Calcule N_A.

Dados: carga do elétron: $1,60 \times 10^{-19}$ C; massa atômica da prata: 107,9 u.

07 1,000 g do elemento rádio (Ra) emite, por ano, $1,16 \times 10^6$ partículas α, que se transformam em átomos de He, capturando elétrons livres do ambiente. Esta quantidade de hélio ocupa, nas CNTP, $4,32 \times 10^{-17}$ litros. Com base nestes dados calcule o número de Avogadro.

08 Quais são as fórmulas mínimas dos compostos com as seguintes composições?

a) 65,2% Sc, 34,8% O.

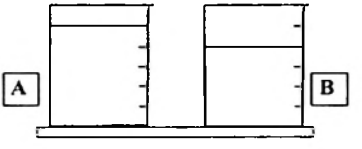
b) 12,6% Li, 29,2% S, 58,2% O.

c) 24,8% Co, 29,8% Cl, 40,3% O, 5,1% H.

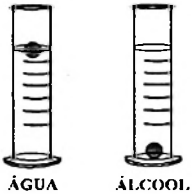
09 Tomando a menor massa de oxigênio em um litro de qualquer de seus compostos gasosos, a 25 °C e uma atmosfera, como sendo 0,654 g e aplicando o raciocínio de Canizzaro para os dados abaixo, determine a massa atômica do nitrogênio.

Composto	Massa de 1 litro (25 °C, 1 atm)	% N
1	1,799 g	63,6
2	0,696 g	82,2
3	4,415 g	25,9
4	1,758 g	97,7
5	1,308 g	87,5
6	1,104 g	51,8

10 (Unicamp) Dois frascos idênticos estão esquematizados abaixo. Um deles contém uma certa massa de água (H_2O) e o outro, a mesma massa de álcool (CH_3CH_2OH).



Dado: Usando-se uma bolinha de densidade adequada fez-se o seguinte experimento:



a) Qual das substâncias está no frasco A e qual está no frasco B? Justifique.

b) Considerando a massa das substâncias contidas nos frascos A e B, qual contém maior quantidade de átomos? Explique.

11 (Unicamp) Sabe-se que 1,0 mol de um composto contém 72 g de carbono (C), 12 mols de átomos de hidrogênio (H) e 12×10^{23} átomos de oxigênio (O). Admitindo-se o valor da constante de Avogadro como sendo $6,0 \times 10^{23}$ mol^{-1} e com base na Classificação Periódica dos elementos, escreva:

a) A fórmula molecular do composto.

b) A fórmula mínima do composto.

12 (Unicamp) O ácido acetilsalicílico, $C_9H_8O_4$, é uma substância muito empregada em medicamentos antitérmicos e analgésicos. Uma indústria farmacêutica comprou uma certa quantidade de ácido acetilsalicílico para usá-lo em uma de suas formulações. Como de praxe, para verificar a pureza do material, foi feita a análise química que indicou um teor de carbono de 50%. O produto comprado estava puro? Justifique

13 (IME) O nitrogênio forma cinco diferentes óxidos. A análise centesimal de amostras desses óxidos forneceu os resultados a seguir:

	percentagem em peso de nitrogênio	percentagem em peso de oxigênio
óxido 1	63,63	36,37
óxido 2	46,67	53,33
óxido 3	36,84	63,16
óxido 4	30,44	69,56
óxido 5	25,93	74,07

Determine, a partir destes dados:
a) a fórmula mínima de cada um;
b) a(s) nomenclatura(s) correspondente(s) de cada óxido.

14 (Unicamp) Um estudante do primeiro ano do curso de Química da **Unicamp**, após uma aula sobre tamanho relativo de cátions e ânions e sobre fórmulas químicas, foi almoçar no restaurante universitário. Para mostrar aos colegas o que havia aprendido, resolveu fazer uma analogia com a mistura de arroz e feijão contida no seu prato. Primeiro estimou o número de grãos de arroz e de feijão, tendo encontrado uma proporção: dois de feijão para sete de arroz. Depois, considerando o tamanho relativo dos grãos de arroz e de feijão e fazendo analogia com o tamanho relativo dos cátions e ânions, escreveu a "fórmula química" do "composto feijão com arroz", representando o feijão por F e o arroz por A.

a) Qual a "fórmula química" escrita pelo estudante?

b) Se no total houvesse 60 feijões no prato, quantos mols de arroz havia no prato?

c) Quantos mols do "composto feijão com arroz" havia no prato?

Dados: considerar a constante de Avogadro como 6×10^{23} mol^{-1}

15 (Unicamp) Ao corrigir as respostas da questão 8 (aquela do arroz com feijão) da primeira fase do vestibular **Unicamp/95**, a banca de Química constatou que um certo número de candidatos não têm (ou não tinham) idéia de grandeza representada pela unidade mol, de fundamental importância em Química. Respostas do tipo 210 mols de arroz apareceram com certa freqüência.

a) Calcule a massa, em toneladas, correspondente a 210 mols de arroz, admitindo que a massa de um grão de arroz seja 20 mg (miligramas).

b) Considerando que o consumo mundial de arroz seja de 3×10^8 toneladas/ano, por quantos anos seria possível alimentar a população mundial com 210 mols de arroz? Expresse, também, o número de anos em palavras.

Dados: Avogadro = 6×10^{23} mol^{-1}
1 tonelada = 1×10^9 mg

16 (ITA) Considere as afirmações de I a V feitas em relação a um mol de H_2O:

I. Contém 2 átomos de hidrogênio.
II. Contém 1 átomo de oxigênio.
III. Contém 16 g de oxigênio.
IV. Contém um total de 10 mols de prótons nos núcleos.
V. Pode ser obtido a partir de 0,5 mol de oxigênio molecular.

Destas afirmações estão **corretas**:

a) Apenas I e II.
b) Apenas I, II e III.
c) Apenas III e V.
d) Apenas III, IV e V.
e) Todas.

17 (ITA) Mostre como a ordem de grandeza do tamanho de um átomo de ouro pode ser estimada conhecendo-se a massa molar do ouro, a constante de Avogadro, e sabendo-se que a massa específica do ouro é igual a 19 g/cm^3. Mencione eventuais hipóteses que são necessárias para efetuar tal estimativa.

18 (Unicamp) O Princípio de Avogadro estabelece que: "Gases quaisquer, ocupando o mesmo volume, nas mesmas condições de temperatura e pressão contém o mesmo número de moléculas".

Considere volumes iguais de CO, CO_2, C_2H_4 e H_2, todos à mesma temperatura e pressão. Pergunta-se: onde há maior número de átomos de

a) oxigênio?
b) carbono?
c) hidrogênio?

Justifique suas respostas.

19 (Unicamp) Em uma pessoa adulta com massa de 70,0 kg há 1,6 kg de cálcio. Qual seria a massa desta pessoa, em kg, se a Natureza houvesse, ao longo do processo evolutivo, escolhido o bário em lugar de cálcio?

Dados: massas atômicas relativas: Ca = 40, Ba = 137.

20 (Unicamp) Um medicamento contém 90 mg de ácido acetilsalicílico ($C_9H_8O_4$) por comprimido. Quantas moléculas dessa substância há em cada comprimido?

Constante de Avogadro = $6,0 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}

21 (Unicamp) O número atômico do magnésio é 12 e sua massa molar é 24,3 g mol^{-1}. Este elemento possui três isótopos naturais cujos números de massa são 24, 25 e 26.

a) Com base nestas informações responda qual isótopo natural do magnésio é o mais abundante. Justifique.

Ao se reagir apenas o isótopo 24 do magnésio com cloro, que possui os isótopos naturais 35 e 37, formam-se cloretos de magnésio que diferem entre si pelas massas molares.

b) Quais são as massas molares desses cloretos de magnésio formados? Justifique.

22 (ITA) Através da fusão de misturas de $SiO_2(s)$ e $Al_2O_3(s)$ em forno suficientemente aquecido é possível produzir aluminossilicatos. Considere que seja produzido um aluminossilicato com a relação de massa $\left(\frac{\text{g de } Al_2O_3}{\text{g de } SiO_2}\right)$ igual a 2,6. Qual alternativa corresponde ao valor da relação de quantidade $\left(\frac{\text{mol de } Al_2O_3}{\text{mol de } SiO_2}\right)$ neste aluminossilicato?

Dados: Massas molares Al_2O_3 101,96 g/mol; SiO_2 60,09 g/mol

a) 0,59
b) 1,0
c) 1,5
d) 2,6
e) 4,4

23 (Unicamp) As fronteiras entre real e imaginário vão se tornando cada vez mais sutis à medida que melhoramos nosso conhecimento e desenvolvemos nossa capacidade de abstração. Átomos e moléculas: sem enxergá-los podemos imaginá-los. Qual será o tamanho dos áto-

mos e das moléculas? Quantos átomos ou moléculas há numa certa quantidade de matéria? Parece que essas perguntas só podem ser respondidas com o uso de aparelhos sofisticados. Porém, um experimento simples pode nos dar respostas adequadas a essas questões. Numa bandeja com água espalha-se sobre a superfície um pó muito fino que fica boiando. A seguir, no centro da bandeja adiciona-se $1,6 \times 10^{-5}$ cm³ de um ácido orgânico (densidade = 0,9 g/cm³), insolúvel em água. Com a adição do ácido, forma-se imediatamente um círculo de 200 cm² de área, constituído por uma única camada de moléculas de ácido, arranjadas lado a lado, conforme esquematiza a figura abaixo. Imagine que nessa camada cada molécula do ácido está de tal modo organizada que ocupa o espaço delimitado por um cubo. Considere esses dados para resolver as questões a seguir.

a) Qual o volume ocupado por uma molécula de ácido, em cm³?
b) Qual o número de moléculas contidas em 282 g do ácido?

24 (Unicamp) O sabão, apesar de sua indiscutível utilidade, apresenta o inconveniente de precipitar o respectivo sal orgânico insolúvel em água que contenha íons cálcio dissolvidos. Em época recente, foram desenvolvidos os detergentes, conhecidos genericamente como alquilsulfônicos, solúveis em água e que não precipitam na presença de íons cálcio.

a) Dê o símbolo e o nome do elemento químico que aparece na fórmula de um detergente alquilsulfônico e que não aparece na fórmula de um sabão.

b) Considerando que a fórmula de um certo detergente alquilsulfônico é $C_{12}H_{25}O_4XNa$, cuja massa molar é 288 g/mol, calcule a massa molar do elemento X.

25 (Unicamp) No processo de verticalização das cidades, a dinamização da metalurgia desempenhou um papel essencial, já que o uso do ferro é fundamental nas estruturas metálicas e de concreto dos prédios. O ferro pode ser obtido, por exemplo, a partir do minério cha-

mado magnetita, que é um óxido formado por íons Fe^{3+} e íons Fe^{2+} na proporção 2 : 1, combinados com íons de oxigênio. De modo simplificado, pode-se afirmar que na reação de obtenção de ferro metálico, faz-se reagir a magnetita com carvão, tendo dióxido de carbono como subproduto.

a) Escreva a fórmula da magnetita.

b) Qual é a percentagem de ferro, em massa, na magnetita?

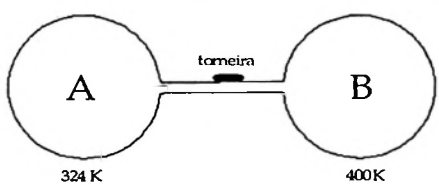
c) Escreva a equação que representa a reação química entre a magnetita, ou um outro óxido de ferro, e o carvão produzindo ferro elementar.

Estudo dos Gases

01 (ITA) Uma porção de gás pode ser aquecida sob pressão constante ou sob volume constante. A questão é saber como irá variar a densidade do gás em cada uma dessas maneiras de aquecimento:

	Pressão constante	Volume constante
a)	aumenta	não varia
b)	aumenta	diminui
c)	não varia	aumenta
d)	diminui	diminui
e)	diminui	não varia

02 (ITA) Dois balões esféricos, de mesmo volume, são unidos por um tubo de volume desprezível, provido de torneira. Inicialmente, o balão A contém 1,00 mol de um gás ideal e no balão B há vácuo.



Os dois balões são mantidos às temperaturas indicadas no desenho acima. A torneira é aberta durante certo tempo. Voltando a fechá-la, verifica-se que a pressão em B é 0,81 do valor da pressão em A. Quanto do gás sobrou no balão A?

a) 0,20 mol. b) 0,40 mol.
c) 0,50 mol. d) 0,60 mol.
e) 0,80 mol.

03 Para se determinar o volume interno (V) de um recipiente encheu-se o mesmo com um gás perfeito e mediu-se uma pressão de 650 Torr. Então parte do gás foi transferido para outro frasco (de volume interno $V_1 = 1{,}520\ cm^3$) no qual inicialmente se fizera vácuo. A pressão no frasco foi de $P_1 = 1{,}000$ atm, e no recipiente a pressão caiu para 600 Torr. Todas as medidas foram feitas na mesma temperatura. Calcular V.

04 Para o O_3, considerado gás perfeito, calcular:

a) a massa específica a 4,00 atm e -20,00 °C;

b) a pressão na qual o O_2, a 37 °C, tem a massa específica calculada em a;

c) a densidade do O_3 em relação ao O_2 (nas mesmas condições de temperatura e pressão).

05 Uma substância gasosa G, simples e tetratômica, é formada pelo elemento X. 12,40 g de G ocupam, nas CNTP, 2,240 L. Pede-se:

a) a massa molecular de G;

b) a massa atômica de X;

c) o número atômico (Z) de X, já que seu átomo tem 16 nêutrons;

d) identificar X.

06 Para se determinar a massa molecular de um certo composto gasoso **X**, que solidifica a -70,0 °C, tomou-se uma amostra de 4,000 g de uma mistura de **X** e de hélio (gasoso), em um balão de 2,000 litros de capacidade interna, sendo a pressão da mistura 870,0 Torr, a 17,0 °C. Resfriou-se o sistema a -100,0 °C, com nitrogênio líquido, tendo a pressão caído para 86,5 Torr.

a) Qual a fração molar do He na mistura inicial?

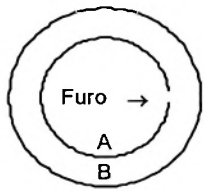
b) Qual a massa molecular do composto **X**?

07 (ITA) Temos um frasco aberto contendo um gás à temperatura de 127 °C. Querendo expulsar do frasco 1/3 do número de moléculas desse gás, devemos aquecê-lo a:

a) 42,5 °C.
b) 377 K.
c) 447 °C.
d) 42,5 K.
e) 600 K.

08 Um balão de volume constante **V**, aberto para o ambiente (cuja pressão permanece constante durante todo o processo), contém inicialmente **m** gramas de um certo gás ideal **X**, muito denso, na temperatura t_1 = 27 °C. Aquece-se o balão (e portanto o gás) até t_2, de modo que 1/4 (um quarto) da massa **m** de gás é expulsa do interior do balão. Qual é o valor de t_2?

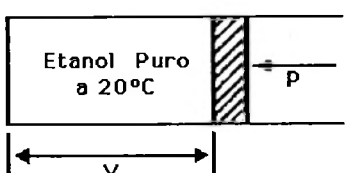
09 (ITA) Um recipiente A contém, inicialmente, uma mistura gasosa, comprimida, dos isótopos 20 e 22 do neônio. Este recipiente é envolvido completamente por outro, B, conforme ilustrado na figura a seguir.



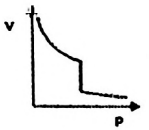
No início, o recipiente B estava completamente evacuado. Por um pequeno furo na parede de A, gás escapa de A para B. Numa situação deste tipo, a concentração (em fração molar) do isótopo mais leve no gás remanescente dentro do recipiente A, em função do tempo, a partir do início do vazamento ...

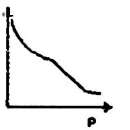
a) permanece constante.
b) vai diminuindo sempre.
c) vai aumentando sempre.
d) aumenta, passa por um máximo, retornando ao valor inicial.
e) diminui, passa por um mínimo, retornando ao valor inicial.

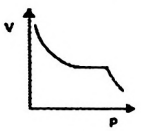
10 (ITA) O cilindro provido de um pistão móvel, esquematizado abaixo, contém apenas etanol puro e é mantido sob temperatura constante de 20 °C.

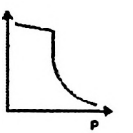


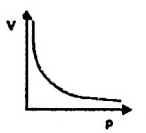
Assinale a alternativa que melhor representa a variação do volume (V) com a pressão (p) aplicada, abrangendo etanol desde completamente vaporizado até totalmente liquefeito.

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

11 Durante um trabalho prático de laboratório, realizado a 23,0°C, uma mistura gasosa de N_2, O_2 e CO_2 foi recolhida sobre água, em uma bureta de gás, de modo que os níveis da água, dentro da bureta e na cuba, eram iguais. No momento da experiência a pressão ambiente, no laboratório, era de 771 Torr e sabia-se que, na mistura gasosa, a fração molar do N_2 era igual à do O_2 e o dobro da do CO_2. Determinar:

a) a pressão parcial de cada gás na mistura inicial (seca);

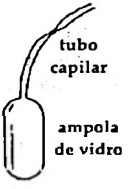
b) a fração molar de cada gás na mistura gasosa úmida.

Dado: pressão de vapor da água, a 23,0 °C: 21,0 Torr.

12 Em uma determinação de metabolismo basal, com seis minutos de duração, um paciente exalou 52,500 L de ar, medidos sobre água, a 20,00 °C, sendo a pressão barométrica (ambiente) de 750,0 Torr. A análise do ar exalado, depois de seco, indicou conter o mesmo 16,75% (em volume) de O_2. O ar inspirado pelo paciente, nas mesmas CTP da análise, continha 20,32% (em volume) de O_2. Considerando que os volumes de ar inspirado e exalado são iguais, e que a pressão de vapor da água, a 20,00 °C, é de 17,50 Torr, calcule a taxa de consumo de O_2 pelo paciente, em mililitros por minuto, nas CNTP.

13 Uma forma de determinar a massa molecular de um líquido volátil consiste em colocar-se uma certa quantidade de líquido em uma ampola de vidro, de massa e volume pré-determinados, e aquecer-se o

conjunto, para volatilizar todo o líquido e expulsar o excesso de vapor através de um tubo capilar. Em seguida, solda-se o capilar, resfria-se a ampola e pesa-se a mesma, com o líquido condensado.



Determinar a massa molar e a fórmula molecular de um líquido **X**, cujo vapor se comporta como um gás ideal, com base nos dados a seguir:

1	ampola vazia	83,192 g
2	ampola + líquido	83,913 g
3	temperatura de aquecimento	98,6 °C
4	volume da ampola	226 mL
5	pressão ambiente	746 Torr

Análise elementar de **X** (% massa):

C = 24,3% Cl = 71,6 % H = 4,1%

14 A análise de um gás indicou 82,7% de carbono e 17,3% de hidrogênio. Uma ampola de vidro que se encheu com o gás a 22 °C e à pressão de 739 mm de Hg pesava 195,10 g.Vazia, a ampola pesava 194,52 g; cheia de água, pesava 445,50 g. Determine:

a) fórmula mínima (empírica);

b) fórmula molecular.

15 Um balão de borracha tem forma esférica e contém 10,00 g de H_2. Que massa, em gramas, de gás argônio, deve ser introduzida no balão para que o mesmo apresente poder ascensional igual a zero, isto é, que a massa do balão mais a massa do gás nele contido seja exatamente igual à massa do volume de ar externo deslocado pelo balão?

DADOS:
- supor comportamento de gás ideal;
- considerar igual a zero a massa do balão, bem como a espessura de sua parede;
- considerar que o balão é totalmente impermeável e perfeitamente elástico;
- massa molar média do ar: 29,00 g/mol.

16 (Unicamp) O gás hidrogênio é constituído por moléculas diatômicas, H_2. Sua densidade, a 0 °C e 1 atm de pressão, é 0,090 g/L. Cada átomo de hidrogênio é formado por 1 próton e por 1 elétron. Sabendo-se que o deutério é o isótopo de hidrogênio que contém 1 próton, 1 elétron e 1 nêutron:

a) Qual é a relação entre as massas dos átomos de hidrogênio e de deutério?

b) Qual é a densidade do gás deutério nas mesmas condições?

17 (ITA) A concentração de O_2 na atmosfera ao nível do mar é 20,9% em volume. Assinale a opção que contém a afirmação falsa.

a) Um litro de ar contém 0,209 L de O_2.

b) Um mol de ar contém 0,209 mols de O_2.

c) Um volume molar de ar à CNTP contém 6,7 g de O_2.

d) A concentração de O_2 no ar é de 20,9% em massa.

e) A concentração de O_2 expressa como uma relação de volume ou uma relação de mol não se altera, se a temperatura ou a pressão são modificadas.

18 (Unicamp) Durante os dias quentes de verão, uma brincadeira interessante consiste em pegar um saco plástico, leve e de cor preta, encher 3/4 do seu volume, com ar, amarrar hermeticamente a sua boca, expondo-o, em seguida aos raios solares. O ar no interior do saco é aquecido, passando a ocupar todo o volume. Como conseqüência, o saco sobe na atmosfera como um balão.

a) Considere a pressão atmosférica constante durante a brincadeira e considerando ainda que inicialmente o ar estava a 27 °C, calcule a variação da temperatura do ar no interior do saco plástico, entre a situação inicial e a final, quando o gás ocupa todo o volume.

b) Qual é a relação entre as densidades do ar no início e no instante em que todo o volume do saco é ocupado?

19 (Unicamp) 1,0 litro de nitrogênio líquido, $N_2(l)$, foi colocado num recipiente de 30,0 litros, que foi imediatamente fechado. Após a vaporização do nitrogênio líquido, a temperatura do sistema era 27 °C.

a) Qual a massa de nitrogênio colocada no recipiente?

b) Qual a pressão final dentro do recipiente? Considere que a pressão do ar, originalmente presente no recipiente, é de 1,0 atm.

	densidade do $N_2(l)$ a −196 °C	0,81 g/cm³
Dados:	massa molar do N_2	28 g/mol
	R	0,082 atm . L / K . mol

20 (Unicamp) Um balão meteorológico de cor escura, no instante de seu lançamento, contém 100 mols de gás hélio (He). Após ascender a uma altitude de 15 km, a pressão do gás se reduziu a 100 mmHg e a temperatura, devido à irradiação solar, aumentou para 77 °C. Calcule nestas condições:

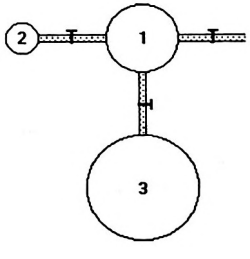
a) o volume do balão meteorológico.

b) a densidade do Hélio em seu interior.

Constante dos gases ideais $R = 62\ L\ .\ mmHg\ .\ K^{-1}\ .\ mol^{-1}$

Massa molar de He $4\ g\ .\ mol^{-1}$

21 (Unicamp) O esquema a seguir representa um dispositivo para se estudar o comportamento de um gás ideal. Inicialmente, no frasco 1, é colocado um gás à pressão de 1 atmosfera, ficando sob vácuo os frascos 2 e 3. Abre-se, em seguida, a torneira entre os frascos 1 e 2 até que se estabeleça o equilíbrio. Fecha-se, então, esta torneira e abre-se a torneira entre os frascos 1 e 3. O volume do frasco 1 é 9 vezes maior do que o do frasco 2 e o do 3 é 9 vezes maior que o do 1.



a) Feito o procedimento descrito anteriormente, em que frasco haverá menor quantidade de moléculas do gás? Justifique.

b) Sendo p_2 a pressão final no frasco 2 e p_3 a pressão final do frasco 3 qual será o valor da relação p_2/p_3 ao final do experimento? Justifique.

Observação: desprezar o volume dos tubos das conexões.

22 (Unicamp) Os polímeros são formados pela união de um grande número de unidades básicas, denominadas monômeros. Um dos polímeros mais utilizados é o polietileno, que é produzido a partir da reação de polimerização do gás etileno, que se pode indicar como:

$$j\,CH_2 = CH_2(g) \rightarrow (-CH_2 - CH_2 -)_j\,(s)$$

sendo **j** um valor médio.

Para a fabricação de um balde, foram utilizados 280 g de polietileno com j = 10.000.

a) Calcule o volume de etileno, a 25 °C e 1 bar, necessário para produzir o referido balde. Considere que o gás seja ideal.

b) Se um balde de mesma massa e praticamente de mesmo tamanho fosse produzido a partir de polietileno com j = 20.000, o volume de etileno utilizado seria maior? Justifique sua resposta.

Dados:

constante dos gases	R = 0,082 L bar / K mol
massa molar do etileno	$M(C_2H_4)$ = 28 g / mol

23 (ITA) Numa experiência de eletrólise da água formam-se 3,00 g de $H_2(g)$. Calcule o volume ocupado por esta massa de hidrogênio suposta isenta de umidade, na temperatura de 300 K e sob a pressão de 684 mmHg (= 0,90 × 760mmHg).

24 (ITA) Existem várias maneiras de determinar o valor numérico da constante de Avogadro. Uma delas parte do conhecimento da constante de Faraday para as eletrólises e do conhecimento do valor da carga do elétron. Descreva um **outro método qualquer** para a determinação da constante de Avogadro. Indique claramente as grandezas que precisam ser medidas e o tipo de raciocínio e/ou cálculos que precisam ser efetuados.

25 (ITA) Três recipientes fechados, providos de êmbolos móveis, contêm a mesma quantidade (mol) do único gás especificado: N_2 no recipiente **1**; CO no recipiente **2** e CO_2 no recipiente **3**. Considerando a temperatura medida em kelvin e a pressão em atm, são feitas as afirmações:

I. Se a pressão e a temperatura forem as mesmas, as massas específicas dos gases nos recipientes **1** e **2** serão praticamente iguais.

II. Se a pressão e a temperatura forem as mesmas, as massas específicas dos gases nos recipientes **2** e **3** serão praticamente iguais.

III. Se a temperatura for a mesma, mas a pressão no interior do recipiente **1** for o duplo da pressão no recipiente **2**, a massa específica do gás no recipiente **1** será praticamente o duplo da massa específica do gás no recipiente **2**.

IV. Se a temperatura for a mesma, mas a pressão no interior do recipiente **3** for o duplo da pressão no recipiente **2**, a massa específica do gás no recipiente **3** será maior do que o duplo da massa específica do gás no recipiente **2**.

V. Se a pressão for a mesma, mas a temperatura do recipiente **1** for o duplo da temperatura no recipiente **2**, a massa específica do gás no recipiente **1** será praticamente o duplo da massa específica do gás no recipiente **2**.

Estão **corretas** apenas:

a) I, III e IV. b) I e II.
c) I e V. d) II e V.
e) III e IV.

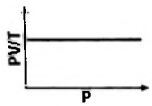
26 (ITA) Considere as afirmações abaixo relativas ao aquecimento de um mol de gás N_2 contido em um cilindro provido de um pistão móvel sem atrito:

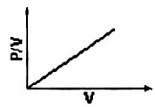
I. A massa específica do gás permanece constante.
II. A energia cinética média das moléculas aumenta.
III. A massa do gás permanece a mesma.
IV. O produto pressão × volume permanece constante.

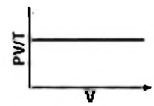
Das afirmações feitas, estão **corretas**

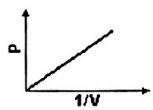
a) apenas I, II e III. b) apenas I e IV.
c) apenas II e III. d) apenas II, III e IV.
e) todas.

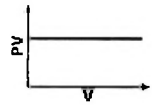
27 (ITA) Um cilindro provido de um pistão móvel, sem atrito, contém um gás ideal. Qual dos gráficos abaixo representa, qualitativamente, o comportamento **incorreto** do sistema quando a pressão (P) e/ou o volume (V) são modificados, sendo mantida constante a temperatura (T)?

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

28 (Unicamp) Após resolver as questões, Chuá abriu um livro onde estava descrito outro experimento.

- Aqui temos uma experiência muito interessante: num frasco de 380 mL e massa 100,00 g foram colocados cerca de 5 g de uma substância líquida. O frasco foi fechado com uma tampa com um orifício muito pequeno. A seguir, foi levado a uma estufa regulada em 107 °C, temperatura esta acima do ponto de ebulição da substância adicionada. Assim que não se percebeu mais líquido no interior do frasco, este foi retirado da estufa e deixado resfriar até a temperatura ambiente. Formou-se um pouco de líquido no fundo. Pesou-se o sistema e observou-se a massa de 101,85 g.

a) Qual a quantidade do líquido, em mol, que sobrou no frasco?

b) Qual é a massa molar da substância do experimento?

- Esta é moleza - fala Naná.

- Já que é fácil, responda mais esta - provoca Chuá.

c) A molécula da substância do experimento é constituída por apenas 1 átomo de carbono e mais 4 átomos iguais. Escreva a sua fórmula estrutural e o seu nome e explicite como procedeu para descobri-la.

29 (Unicamp) Os gêiseres são um tipo de atividade vulcânica que impressiona pela beleza e imponência do espetáculo. A expulsão intermitente de água em jatos na forma de chafariz é provocada pela súbita expansão de água profunda, superaquecida, submetida à pressão de colunas de água que chegam até a superfície. Quando a pressão da água profunda supera a da coluna de água, há uma súbita expansão, formando-se o chafariz até a exaustão completa, quando o ciclo recomeça.

a) Se a água profunda estiver a 300 °C e sua densidade for 0,78 g cm^{-3}, qual será a pressão (em atmosferas) de equilíbrio dessa água supondo-se comportamento de gás ideal? R = 82 atm cm^{-3} mol^{-1} K^{-1}.

b) Nas imediações dos gêiseres, há belíssimos depósitos de sais inorgânicos sólidos que se formam a partir da água que aflora das profundezas. Dê dois motivos que justifiquem tal ocorrência.

30 (Unicamp) A utilização do gás natural veicular (GNV) já é uma realidade nacional no transporte de passageiros e de mercadorias, e vem crescendo cada vez mais em nosso país. Esse gás é uma mistura de hidrocarbonetos de baixa massa molecular, em que o componente majoritário é o mais leve dos alcanos. É o combustível "não renovável" que tem menor impacto ambiental. Sua combustão nos motores se processa de forma completa sendo, portanto, baixíssima a emissão de monóxido de carbono.

a) O principal constituinte do GNV é o mais simples dos hidrocarbonetos de fórmula geral C_nH_{2n+2}. Escreva o nome e desenhe a fórmula estrutural desse constituinte.

b) Nos postos de abastecimento, os veículos são comumente abastecidos até que a pressão do seu tanque atinja 220 atmosferas. Considerando que o tanque do veículo tenha uma capacidade de 100 litros, qual deveria ser o volume do tanque se essa mesma quantidade de gás fosse armazenada à pressão de uma atmosfera, e à mesma temperatura?

c) Considerando que, na combustão, o principal componente do GNV seja totalmente convertido a dióxido de carbono e água, escreva a equação química para essa reação.

31 (Unicamp) O óxido nítrico (NO) é um gás que, produzido por uma célula, regula o funcionamento de outras células, configurando-se como um princípio sinalizador em sistemas biológicos. Essa descoberta não só conferiu o Prêmio Nobel de Medicina em 1998 para Ignaro,

Furchgott e Murad, como também abriu as portas para muitos progressos científicos nesta área, inclusive no desenvolvimento do Viagra. Como fármaco, a produção do NO começa com a reação entre SO_2, ácido nítrico e água, originando, além desse gás, o ácido sulfúrico. Como produto final, o NO é comercializado em cilindros de 16 litros, diluído em N_2. A concentração máxima é de 0,08% em massa. Este cilindro chega a fornecer cerca de 2400 litros de gás a 25 °C e 1 atmosfera.

a) Escreva a equação química da reação de produção do NO.

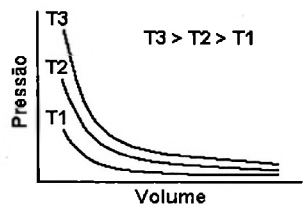
b) Qual é a massa aproximada de NO contida no cilindro a que se refere o texto da questão?

32 Calcule a pressão exercida por 1,000 mol de N_2, a 0,00 °C, usando a equação de van der Waals, se o seu volume é de 62,3 mL.

N_2: $a = 1{,}390\ atm \times L^2 \times mol^{-2}$; $b = 0{,}0391\ L \times mol^{-1}$

Compare com a pressão calculada pela equação dos gases perfeitos, calculando a diferença porcentual entre os dois valores obtidos.

33 (ITA) A figura a seguir mostra de forma esquemática três isotermas, pressão versus volume, para o caso de um gás ideal.



Trace isotermas análogas para o caso de um gás real que, por compressão, acaba totalmente liquefeito. No seu gráfico deve ficar claro, para cada isoterma, quais são os pontos que correspondem ao início e ao fim da liquefação em função da redução do volume.

ESTEQUIOMETRIA

01 (ITA) Um método de obtenção de prata pura e porosa consiste na decomposição térmica de seu carbonato. Qual massa de prata seria obtida pela decomposição de um quilograma de Ag_2CO_3?

a) (1000 g / 275,8 g) × 107,9 g.
b) (1000 g / 275,8 g/mol) × 215,8 g/mol.
c) (275,8 g / 107,9 g/mol) × 1000 g/mol.
d) (1000 g / 215,8 g/mol) × 275,8 g.
e) (275,8 g / 1000 g) × 107,8 mol.

02 (ITA) 1,31 g de uma mistura de limalhas de cobre e zinco reagiram com excesso de solução de ácido clorídrico, numa aparelhagem adequada, produzindo gás hidrogênio. Este gás, depois de seco, ocupou um volume de 269 mL sob pressão de 0,90 atm e a 300 K (que corresponde a 1,10 × 273 K). A fração de zinco nesta mistura é:

a) 0,13.
b) 0,25.
c) 0,50.
d) 0,75.
e) 1,00.

03 (ITA) Num laboratório de análise, 4,82 mg de clorofila A foram calcinados na presença do ar, destruindo-se assim totalmente a molécula orgânica. Restou uma matéria branca que em seguida foi dissolvida em ácido sulfúrico diluído; evaporada a água e o excesso de ácido, o resíduo seco pesou 0,650 mg e era constituído de sulfato de magnésio. Admitindo-se que a molécula de clorofila A contém um único átomo de magnésio, calcula-se que o peso molecular dessa clorofila é igual a:

a) 16,2.
b) 19,5.
c) 869.
d) 893
e) 1073.

04 (ITA) Gasolina pode ser representada pela fórmula C_8H_{18}. No carburador do automóvel, a gasolina é vaporizada e o vapor, misturado com o ar. A troca do combustível para C_2H_5OH levará a uma adaptação do carburador no sentido de alterar a proporção **volume de ar/volume de vapor de combustível**. Considere que o volume de ar contenha a quantidade estequiométrica de oxigênio necessária à combustão e

que todos os volumes sejam medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura. Que relação deve existir entre o volume de ar necessário à combustão de um volume de vapor de gasolina e o volume de ar necessário à combustão de um volume de vapor de álcool?

a) 6/25 b) 23/57.
c) 2/1. d) 57/23
e) 25/6.

05 (ITA) Uma mistura gasosa de hidrogênio e metano é queimada completamente com excesso de oxigênio. Após a eliminação do excesso de oxigênio, a mistura de $H_2O(g)$ e $CO_2(g)$ ocupa um volume igual a 28,0 mililitros. Após a eliminação do vapor de água, o $CO_2(g)$ restante ocupa um volume igual a 4,0 mililitros. Qual era a concentração (em porcentagem em volume) de metano na mistura gasosa original?

a) 4,0%. b) 14,3%.
c) 20,0%. d) 28,0%.
e) 50,0%.

06 A **galena** é um dos principais minérios de chumbo, no qual este elemento se apresenta sob a forma de sulfeto de chumbo, PbS. Calcular a massa de chumbo, em kg, que se pode obter a partir de 3,500 t de **galena**, se esta contém 52,50% (em massa) de PbS, sendo o restante de impurezas inaproveitáveis.

07 Uma amostra de creme dental contém fluoreto estanoso, SnF_2, como aditivo. A análise de uma amostra de 1,340 g dá $1,20 \times 10^{-3}$ g de F.

a) Que massa de SnF_2 há na amostra?

b) Qual a percentagem de SnF_2 na amostra?

08 Um carbeto de cálcio (CaC_2) comercial (isto é, impuro) reage com água, dando acetileno. Uma amostra de 0,7120 g deste carbeto forneceu 195,0 mL de acetileno, colhidos sobre água, a 15,0 °C e 748 Torr.

a) Escrever a equação completa e equilibrada, correspondente à reação citada.

b) Calcular o volume de acetileno (em mL) nas CNTP.

c) Calcular a pureza (em %) do CaC_2 na amostra de carbeto comercial.

Dado: $p_v(H_2O)$ a 15 °C = 13,0 Torr.

09 Tratou-se uma amostra de um sulfeto de um metal trivalente, pura, com H_2 em excesso, a quente, obtendo-se 0,450 g do metal puro e 0,850 g de H_2S. Pede-se:

a) a equação balanceada da redução do sulfeto metálico pelo H_2;

b) a massa da amostra, em gramas;

c) a massa atômica do metal.

10 O gás de síntese (x CO + y H_2) é usado na fabricação de gasolina sintética pelo processo de Fischer-Tropsch e também na preparação de compostos oxigenados de alto valor comercial. Pede-se:

a) Determinar os coeficientes de uma das possíveis reações de preparação de gasolina sintética:

$$CO + H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2} + H_2O$$

b) Um gás de síntese contendo 5,600 g de CO e 0,800 g de H_2, relação empregada para a obtenção do metanol, está encerrado em um recipiente sob pressão total de 0,800 atm. Calcular a pressão parcial de cada gás na mistura.

c) Qual o volume ocupado pelo gás do item anterior, nas CNTP.

d) Dar a expressão da lei de Graham e determinar, pela mesma, qual dos dois gases tem maior velocidade de efusão.

11 Para se determinar a composição porcentual de uma mistura de cloretos de sódio e de potássio dissolveu-se em água uma amostra de 1,3723 g da mistura e juntou-se um excesso de solução de $AgNO_3$. O precipitado de AgCl que se formou, depois de separado e secado, teve massa de 3,1763 g. Qual a porcentagem de NaCl na mistura?

12 A equação $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ mostra a hidrogenação catalítica do eteno a etano. Uma mistura de eteno com hidrogênio em excesso está sob pressão total de 52,0 Torr. Após a reação catalisada, a pressão caiu para 34,0 Torr. Qual era a porcentagem molar do eteno na mistura inicial? As medidas foram feitas na mesma temperatura.

13 (ARG) A reação de Grignard se desenvolve em duas etapas e é utilizada para preparar hidrocarbonetos puros. Considere, por exemplo, a preparação do etano C_2H_6, a partir do cloreto de etilo, C_2H_5Cl:

Etapa 1 $C_2H_5Cl + Mg \rightarrow C_2H_5MgCl$

Etapa 2 $C_2H_5MgCl + H_2O \rightarrow C_2H_6 + Mg(OH)Cl$

Reagiram 27,2 g de C_2H_5Cl com magnésio em excesso, obtendo-se C_2H_5MgCl com 79,5% de rendimento. Na segunda etapa o rendimento foi de 78,8%. Que massa de etano é obtida?

14 (ARG) Se é possível recuperar 86,3% do ferro de um minério que contém 43,2% de magnetita, Fe_3O_4, que massa de ferro poderá ser recuperada de 2,00 kg desse mesmo mineral? A redução de magnetita é um processo complexo que pode ser representado de forma simplificada como:

$$Fe_3O_4 + 4\ CO \rightarrow 3\ Fe + 4\ CO_2$$

15 (ARG) Uma amostra de 0,361 g de pentano, $C_5H_{12}(g)$, foi introduzida em um recipiente de 4,00 L com excesso de $O_2(g)$. Provocou-se a reação da mistura, resultando uma combustão completa.

a) Quais serão as pressões parciais de $CO_2(g)$ e $H_2O(g)$ no recipiente, se a temperatura final foi de 300 °C?

b) Se a pressão final foi de 2,00 atm, qual era a massa inicial de oxigênio?

16 (Unicamp) Um dos usos do hidrogênio (H_2) é como combustível. Sua reação com o oxigênio (O_2) forma água (H_2O), como produto único. Num recipiente foram inicialmente colocados 1,0 mol de hidrogênio e 1,0 mol de oxigênio. A reação entre os dois foi provocada por meio de uma faísca elétrica.

a) Escreva a equação química que representa a reação entre hidrogênio e oxigênio.

b) Determine a quantidade (em mol) de cada uma das substâncias restantes no recipiente, após a reação.

17 (Unicamp) A produção industrial de metanol, CH_3OH, a partir de metano; CH_4, e a combustão do metanol em motores de explosão interna podem ser representadas, respectivamente pelas equações I e II.

I. $3\ CH_4(g) + 2\ H_2O(g) + CO_2(g) \rightarrow 4\ CH_3OH(g)$

II. $CH_3OH(g) + 3/2\ O_2 \rightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(g)$

Supondo que o CO_2 da reação representada em (I) provenha da at-

mosfera, e considerando apenas as duas reações, (I) e (II), responda se a seguinte afirmação é verdadeira: "A produção e o consumo de metanol não alteraria a quantidade de CO_2 na atmosfera". Justifique sua resposta.

18 (Unicamp) Certos solos, por razões várias, costumam apresentar uma acidez relativamente elevada. A diminuição desta acidez pode ser feita pela adição ao solo de carbonato de cálcio, $CaCO_3$, ou hidróxido de cálcio, $Ca(OH)_2$, ocorrendo uma das reações, a seguir representadas:

$$CaCO_3 + 2\ H^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + H_2O$$
$$Ca(OH)_2 + 2\ H^+ \rightarrow Ca^{2+} + 2\ H_2O$$

Um fazendeiro recebeu uma oferta de fornecimento de carbonato de cálcio ou de hidróxido de cálcio, ambos a um mesmo preço por quilograma. Qual dos dois seria mais vantajoso, em termo de menor custo, para adicionar à mesma extensão de terra? Justifique.

19 (Unicamp) O dióxido de nitrogênio pode ser obtido em laboratório pelo aquecimento do nitrato de chumbo-II, $Pb(NO_3)_2$, que se decompõe de acordo com a equação:

$$Pb(NO_3)_2(s) \rightarrow PbO(s) + x\ NO_2(g) + y\ O_2(g)$$

Pergunta-se:

a) Qual o valor dos coeficientes indicados por x e y na equação anterior?

b) Qual o volume total dos gases produzidos, a 500 K e 1,0 bar, quando 1,0 mol de nitrato de chumbo se decompõe?

Dado: $R = 0{,}081$ bar . L / K . mol.

20 (Unicamp) Há alguns meses, a Petrobrás anunciou (revista "Veja" de 1/5/91) que reduziria, de 5% para 3%, o teor de enxofre no óleo combustível. Isto significa 272 toneladas de enxofre a menos, por dia, na atmosfera. Sabe-se que o enxofre contido no óleo é, na realidade, transformado em SO_2 (um gás) no momento da queima (combustão). Qual a massa (em toneladas) deste gás que deixará de ser lançada na atmosfera, por dia, devido à melhoria anunciada?

21 (Unicamp) Em 1990 foram consumidos, em nosso país, cerca de 164 bilhões ($164 \cdot 10^9$) de cigarros. A massa de um cigarro que é queimada correspondente a aproximadamente 0,85 g. Considerando que 40% da massa do cigarro seja do elemento carbono, quantas toneladas de dióxido de carbono (CO_2) os fumantes lançaram na atmosfera em 1990, no Brasil?

Observação: 1 tonelada (1t) = 10^6 g.

22 (Unicamp) Massas iguais dos elementos lítio (Li), sódio (Na) e potássio (K) reagiram, separadamente, com cloro gasoso (Cl_2) em excesso, dando os respectivos cloretos. Consultando as massas atômicas relativas:

Li = 6,94 Na = 23,0 K = 39,1 Cl = 35,5

responda, justificando suas respostas.

a) Qual dos cloretos obtidos apresentou a maior massa?

b) Em qual das três reações foi consumida a menor quantidade de cloro?

23 (Unicamp) A obtenção de etanol, a partir de sacarose (açúcar) por fermentação, pode ser representada pela seguinte equação:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4\ C_2H_5OH + 4\ CO_2$$

Admitindo-se que o processo tenha rendimento de 100% e que o etanol seja anidro (puro), calcule a massa (em kg) de açúcar necessária para produzir um volume de 50 litros de etanol, suficiente para encher um tanque de um automóvel.

Densidade do etanol	0,8 g/cm³
Massa molar da sacarose	342 g/mol
Massa molar do etanol	46 g/mol

24 (IME) Um químico obteve no laboratório uma mistura, constituída de butanona e butiraldeído. Uma alíquota dessa mistura, pesando 0,500 g, foi tratada com $KMnO_4$ em meio básico. O produto orgânico obtido por destilação apresentou massa de 0,125 g.

Determine a percentagem, em mol, dos componentes da mistura.

25 (ITA) No processo de aquecimento, na presença de ar representado pela equação

$$Ca(HCO_3)_2(c) \rightarrow CaO(c) + 2\ CO_2(g) + H_2O(g)$$

Qual é a perda de massa para cada grama do respectivo reagente no estado sólido?

26 (ITA) Uma garrafa de refrigerante, com capacidade de 2,0 litros, contém 1,0 litro de uma solução aquosa 0,30 molar de HCl e é mantida na temperatura de 25 °C. Introduzindo um pedaço de zinco metálico nesta garrafa e fechando a tampa, a pressão no interior da garrafa irá aumentar gradualmente. A questão é calcular a massa (em gramas) de zinco a ser introduzida para que a pressão aumente de 1,0 para 2,0 atm, a temperatura sendo mantida em 25 °C. Escreva a equação química balanceada da reação envolvida e indique os cálculos realizados. Para os cálculos, despreze tanto a pressão do vapor da solução quanto a solubilidade do gás formado.

27 (Unicamp) Duas amostras de carbono, C, de massas iguais, foram totalmente queimadas separadamente, empregando-se oxigênio, O_2, num dos casos, e ozônio, O_3, no outro. Houve sempre combustão completa, produzindo somente CO_2.

a) A massa de dióxido de carbono, CO_2, que se forma, é a mesma nos dois casos? Justifique sua resposta.

b) São iguais as quantidades, em mols, de O_2 e de O_3 consumidas nas duas reações? Justifique sua resposta.

28 (Unicamp) Júlio Verne, famoso escritor de ficção científica do século passado, num de seus romances, narrou uma viagem realizada com um balão cheio de gás aquecido. Para manter o gás aquecido era utilizada uma chama obtida pela combustão de hidrogênio, H_2.

O hidrogênio era produzido pela reação de um metal com ácido.

Suponha que o escritor fosse você, e que estivesse escrevendo o romance agora. Você sabe que, devido ao pequeno espaço disponível no balão e ao poder de ascensão do mesmo, deve-se transportar o menor volume e a menor massa possíveis.

Considerando os três metais, magnésio, Mg, alumínio, Al, e zinco, Zn, e que a quantidade de hidrogênio para a viagem deve ser a mesma em qualquer dos casos, qual desses metais você escolheria para ser usado na viagem:

a) pelo critério da massa de metal a ser transportada? Justifique.

b) pelo critério do volume de metal a ser transportado? Justifique.

Dados: Classificação Periódica dos Elementos e valores a seguir:

Massas atômicas	Mg = 24	Al = 27	Zn = 65
Densidade (g/cm³)	Mg = 1,7	Al = 2,7	Zn = 7,1

29 (Unicamp) Uma amostra gasosa de H_2S e CS_2, a 120 °C, reagiu com excesso de O_2 formando uma mistura gasosa contendo 2,16 g de água, 9,24 g de dióxido de carbono e uma certa quantidade de dióxido de enxofre.

Dados
Massas molares $H_2O = 18{,}0\ g \cdot mol^{-1}$ $SO_2 = 64{,}1\ g \cdot mol^{-1}$ $CO_2 = 44\ g \cdot mol^{-1}$

a) Escreva a equação química que representa a reação de dissulfeto de carbono com oxigênio.

b) Calcule a massa de dióxido de enxofre formada na reação da amostra gasosa com oxigênio.

30 (Unicamp) Com a intenção de proteger o motorista e o passageiro de lesões corporais mais graves, em muitos países já é obrigatório, em automóveis, o dispositivo chamado de "air bag". Em caso de acidente um microprocessador desencadeia uma série de reações químicas que liberam uma certa quantidade de nitrogênio, $N_2(g)$, que infla rapidamente um balão plástico situado à frente dos ocupantes do automóvel. As reações químicas que ocorrem nesse processo estão representadas pelas seguintes equações:

Equação 1 $2\ NaN_3(s) = 2\ Na(s) + 3\ N_2(g)$

Equação 2 $10\ Na(s) + 2\ KNO_3(s) = 5\ Na_2O(s) + K_2O(s) + N_2(g)$

Equação 3 $K_2O(s) + Na_2O(s) + SiO_2(s) =$ silicato alcalino (vidro)

No caso de acionamento do sistema de segurança descrito, supondo que o volume do saco plástico, quando totalmente inflado, seja de 70 litros e que, inicialmente, houvesse 2,0 mols de NaN_3 e 2,0 mols de KNO_3.

a) Qual será a pressão do gás (em kPa), dentro do balão, quando este estiver totalmente inflado? Considere a temperatura como sendo 27 °C.
Dado $R = 8{,}3\ kPa\ L\ mol^{-1}\ K^{-1}$ kPa = quilopascal

b) Supondo-se que o processo envolvesse apenas as reações representadas pelas equações 1 e 2, qual seria a massa total de substâncias sólidas restantes no sistema?

Dados
Massas molares $KNO_3 = 101{,}1\ g \cdot mol^{-1}$ $Na_2O = 62\ g \cdot mol^{-1}$ $K_2O = 94{,}2\ g \cdot mol^{-1}$

31 (ITA) Fazendo-se borbulhar gás cloro através de 1,0 litro de uma solução de hidróxido de sódio, verificou-se ao final do experimento que todo hidróxido de sódio foi consumido, e que na solução resultante foram formados 2,5 mol de cloreto de sódio. Considerando que o volume da solução não foi alterado durante todo o processo, e que na temperatura em questão tenha ocorrido apenas a reação correspondente à seguinte equação química, não balanceada,

$$OH^-(aq) + Cl_2(g) \rightarrow Cl^-(aq) + ClO_3^-(aq) + H_2O(l),$$

qual deve ser a concentração inicial do hidróxido de sódio?

a) 6,0 mol/L
b) 5,0 mol/L
c) 3,0 mol/L
d) 2,5 mol/L
e) 2,0 mol/L

32 (ITA) Certa massa de nitrato de cobre ($Cu(NO_3)_2$) foi calcinada em ambiente aberto até restar um resíduo com massa constante, que é sólido e preto. Formaram-se dois produtos gasosos, conforme a equação química:

$$2\ Cu(NO_3)_2(s) \rightarrow 2\ CuO(s) + 4\ NO_2(g) + O_2(g)$$

A massa do NO_2 formado na reação de decomposição é igual a 18,4 g. Qual é o valor que mais se aproxima da massa inicial do nitrato de cobre?

Dados Massas molares $Cu(NO_3)_2 = 187,56$ g/mol $NO_2 = 46,01$ g/mol

a) 9,4 g
b) 37,5 g
c) 57,5 g
d) 123 g
e) 246 g

33 (Unicamp) Após tomar posse das terras "brasileiras", Cabral seguiu para as Índias, onde se envolveu em um conflito, acabando por bombardear, ininterruptamente, a cidade de Calicut, durante dois dias. A pólvora usada pelos portugueses naquele tempo apresentava aproximadamente a seguinte composição em massa: 66% de nitrato de potássio, 24% de carvão e o restante, enxofre.

a) O oxigênio necessário para a reação explosiva que ocorre com a polvora é oriundo apenas de um de seus componentes. Escreva a fórmula química deste componente.

b) Considerando a combustão completa de 1,0 kg de pólvora, calcule nas condições normais de pressão e temperatura o volume de gá

carbônico formado nessa reação. (Massa molar do carbono = 12 g mol^{-1})

c) Desenhe um gráfico que represente esquematicamente a variação da pressão no interior do canhão, em função do tempo, desde o momento em que foi aceso o pavio até depois da saída da bala pela boca do canhão.

34 (Unicamp) Em um recipiente aberto à atmosfera com capacidade volumétrica igual a 2,24 litros, nas condições normais de temperatura e pressão, colocou-se uma massa de 0,36 g de grafite. Fechou-se o recipiente e, com o auxílio de uma lente, focalizando a luz solar sobre o grafite, iniciou-se sua reação com o oxigênio presente produzindo apenas gás carbônico. Assuma que todo o oxigênio presente tenha sido consumido na reação.

a) Escreva a equação química da reação.

b) Qual é a quantidade de gás carbônico formado, em mol?

c) Qual será a pressão dentro do recipiente quando o sistema for resfriado até a temperatura inicial? Justifique.

35 (ITA) Um estudante preparou uma **mistura A**, constituída dos seguintes sólidos: cloreto de sódio, cloreto de potássio e cloreto de bário. Numa primeira experiência, foi preparada uma solução aquosa pela total dissolução de 34,10 g da **mistura A** em água destilada, a 25 °C, à qual foi adicionada, a seguir, uma solução aquosa de nitrato de prata em excesso, obtendo-se 57,40 g de um certo precipitado. Num segundo experimento, foi preparada uma solução aquosa pela total dissolução de 6,82 g da **mistura A** em água destilada, a 25 °C, à qual foi adicionada, a seguir, uma solução aquosa de sulfato de sódio em excesso, obtendo-se 4,66 g de um outro precipitado. Qual das opções a seguir apresenta o valor **correto** da composição percentual, em massa, da **mistura A**?

a) 17,2% de NaCl, 21,8% de KCl e 61,0% de $BaCl_2$.

b) 21,8% de NaCl, 17,2% de KCl e 61,0% de $BaCl_2$.

c) 61,0% de NaCl, 21,8% de KCl e 17,2% de $BaCl_2$.

d) 21,8% de NaCl; 61,0% de KCl e 17,2% de $BaCl_2$.

e) 61,0% de NaCl, 17,2% de KCl e 21,8% de $BaCl_2$.

36 (Unicamp) Determinar a época em que o ser humano surgiu na Terra é um assunto ainda bastante polêmico. No entanto, alguns acontecimentos importantes de sua existência já estão bem estabelecidos, dentre eles, o domínio do fogo e a descoberta e o uso dos metais.

Já na pré-história, o homem descobriu como trabalhar metais. Inicialmente o cobre, depois o estanho, o bronze e o ouro. Por volta de 1500 a.C., ele já trabalhava com o ferro. É bem provável que este metal tenha sido encontrado nas cinzas de uma fogueira feita sobre algum minério de ferro, possivelmente óxidos de ferro (II) e ferro (III). Estes óxidos teriam sido quimicamente reduzidos a ferro metálico pelo monóxido de carbono originado na combustão parcial do carvão na chama da fogueira. Esse é um processo bastante semelhante ao que hoje se usa nos fornos das mais modernas indústrias siderúrgicas.

a) Cite uma propriedade que possa ter levado o homem daquela época a pensar que "aquilo diferente" junto às cinzas da fogueira era um metal.

b) Suponha duas amostras de rochas, de mesma massa, reagindo com monóxido de carbono, uma contendo exclusivamente óxido de ferro (II) e outra contendo exclusivamente óxido de ferro (III). Qual delas possibilitaria a obtenção de mais ferro metálico ao final do processo? Justifique.

c) No caso do item **b**, escreva a fórmula estrutural do principal subproduto do processo de produção do ferro metálico.

37 (ITA) Aquecendo juntos (**x**) kg de óxido de estanho (SnO_2) e 0,48 kg de grafite sólidos, em atmosfera inerte, são produzidos 3,6 kg de estanho sólido, (**z**) m^3 de monóxido de carbono (CO) e (**w**) m^3 de dióxido de carbono (CO_2) gasosos. Qual das opções a seguir apresenta os valores corretos de (**x**), (**z**) e (**w**)? (Considerar volumes gasosos medidos nas CNTP e comportamento ideal dos gases).

	x (kg)	**z** (m^3)	**w** (m^3)
a)	1,5	0,22	0,11
b)	3,8	0,11	0,22
c)	4,5	0,15	0,15
d)	4,5	0,45	0,45
e)	9,0	0,45	0,45

38 (Unicamp) - Você se lembra daquela questão da primeira fase, sobre a camada de ácido orgânico que formava um círculo sobre a água? - diz Chuá.

- Se lembro! - responde Naná. - Nós a resolvemos com certa facilidade pois conseguimos visualizar a camada de moléculas, usando a

imaginação. E se a banca resolvesse continuar com esse tema na segunda fase? – sugere Chuá.

– Será? – pergunta Naná.

– Bem, já que estamos estudando, vamos imaginar perguntas e depois respondê-las.

– Por exemplo, na experiência relatada, formava-se uma única camada do ácido orgânico sobre a água. Hoje sabemos que se trata do ácido oléico, que tem uma dupla ligação na cadeia:

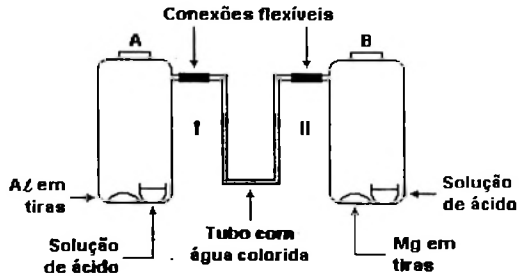
$(CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7CO_2H$, ou simplesmente $R - CO_2H$).

a) Na experiência foram usados $1,4 \times 10^{-5}$ g de ácido, que correspondem a aproximadamente 3×10^{16} moléculas. Se essa quantidade de ácido reagisse completamente com iodo, quantos gramas de iodo seriam gastos?

– Esta é tranqüila – vibra Chuá! – Basta saber como o iodo reage com a molécula do ácido oléico e fazer um cálculo muito simples. Vamos ver uma outra questão que não envolva cálculo!

b) Como ocorre a interação das moléculas do ácido oléico com as da água, na superfície deste líquido?

39 (Unicamp) – Vamos mudar um pouco de assunto. Lembra-se daquele experimento feito em classe pela professora? Ele é muito bom para exercitarmos um pouco de estequiometria – diz Naná. – Temos aí as reações de magnésio metálico e de alumínio metálico com ácido clorídrico. As quantidades em mols dos sólidos são iguais. Olhe aqui! O alumínio está do lado A e o magnésio do lado B. Agitam-se as garrafas para virar os recipientes contendo ácido de modo a iniciar as reações.



a) Escreva a equação que representa a reação entre o alumínio e o ácido.

b) Após a reação ter-se completado, os níveis das colunas I e II do líquido no tubo em forma de U irão se alterar? Explique.

40 (Unicamp) O etanol, produzido a partir da cana-de-açúcar, tem se mostrado uma interessante alternativa como combustível em substituição a derivados de petróleo. No que diz respeito à poluição atmosférica, o assunto é polêmico, mas considerando apenas as equações químicas **I**, **II** e **III** a seguir, pode-se afirmar que o álcool etílico é um combustível renovável não poluente.

I. $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 4\ C_2H_6O + 4\ CO_2$
(produção de etanol por fermentação)

II. $C_{12}H_{22}O_{11} + 12\ O_2 = 11\ H_2O + 12\ CO_2$
(combustão da sacarose, que é o inverso da fotossíntese)

III. $C_2H_6O + 3\ O_2 = 2\ CO_2 + 3\ H_2O$
(combustão do etanol)

a) Use adequadamente as equações **I**, **II** e **III** para chegar à conclusão de que aquela afirmação sobre o álcool etílico está correta, demonstrando o seu raciocínio.

b) Na safra brasileira de 1997, foram produzidas 14×10^6 toneladas de açúcar. Se, por fermentação, todo esse açúcar fosse transformado em etanol, que massa desse produto, em toneladas, seria obtida?

Massa molar do etanol	46 g/mol
Massa molar da sacarose (açúcar)	342 g/mol

41 (Unicamp) Na sala de vigilância onde permanecia o guarda, não muito longe do depósito, podia-se observar um copo com café pela metade, outro copo contendo restos de café com leite e uma garrafa térmica sobre a mesa. Num dos cantos da sala havia um pires com um pouco de leite. Havia ainda uma cadeira caída, uma leiteira com leite sobre o fogão e, em cima de um armário, uma velha lanterna de carbureto.

Que saudades sentiu Rango ao ver a lanterna! Lembrou-se dos tempos de criança quando ia explorar cavernas na sua região natal com seu pai, um espeleologista amador. A lanterna de carbureto funciona pela queima de um gás, que é o mais simples da série dos alcinos (ou

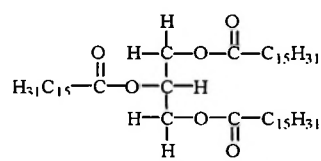
alquinos). Esse gás é gerado pela reação entre a água, oriunda de um reservatório superior, que é lentamente gotejada sobre carbeto de cálcio (carbureto), CaC_2, na parte inferior. O gás gerado sai por um bico colocado no foco de um refletor, onde é queimado, gerando luz.

a) Escreva o nome e a fórmula estrutural do gás formado pela reação entre carbeto de cálcio e água.

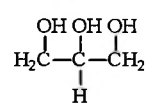
b) Supondo o uso de 32g de carbeto de cálcio, quantos gramas de gás serão formados?

42 (Unicamp) Provavelmente, o sabão foi encontrado por algum curioso nas cinzas de uma fogueira usada para assar animais como porcos, javalis, cabras, etc. Este curioso, vendo nas cinzas aquela massa "diferente" e pensando que se tratava de comida, deve tê-la colocado na boca. Gosto horrível! Cuspiu, tentou tirá-la da boca com a mão, com água, esfregando vigorosamente. Surpresa! As palmas de suas mãos ficaram clarinhas, limpas como nunca antes haviam estado. Sabe-se, hoje, que os álcalis presentes nas cinzas reagem com gorduras levando à formação de sabão. Este método foi muito usado por nossos bisavós, que misturavam, num tacho, cinzas e gordura animal, deixando "cozinhar" por várias horas.

Atualmente, uma das maneiras de se preparar um sabão é reagir o hidróxido de sódio com a tripalmitina (gordura). Nesta reação formam-se glicerol e sabão (sal de ácido orgânico).



tripalmitina



glicerol

a) Escreva a fórmula do sal orgânico formado na reação descrita.

b) Partindo de $1,2 \times 10^{-3}$ mol de gordura e $5,0 \times 10^{-3}$ mol de NaOH, calcule a quantidade, em mol, do sal orgânico formado

43 (Unicamp) A ingestão de cloreto de sódio, na alimentação, é essencial. Excessos, porém, causam problemas, principalmente de hipertensão.

O consumo aconselhado para um adulto situa-se na faixa de 1100 a 3300 mg de sódio por dia.

Pode-se preparar uma bela e apetitosa salada misturando-se 100 g de agrião (33 mg de sódio), 100 g de iogurte (50 mg de sódio) e uma xícara de requeijão cremoso (750 mg de sódio), consumindo-a acompanhada com uma fatia de pão de trigo integral (157 mg de sódio).

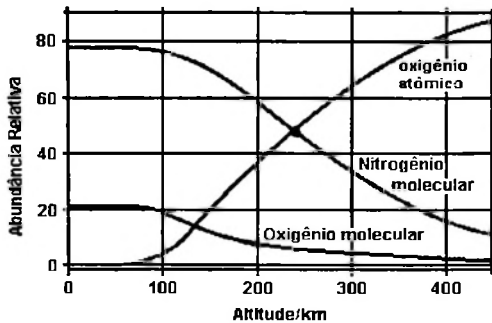
a) Que percentual da necessidade diária mínima de sódio foi ingerido?

b) Quantos gramas de cloreto de sódio deveriam ser adicionados à salada, para atingir o consumo diário máximo de sódio aconselhado?

44 (ITA) Uma mistura de azoteto de sódio, $NaN_3(c)$, e de óxido de ferro (III), $Fe_2O_3(c)$, submetida a uma centelha elétrica reage muito rapidamente produzindo, entre outras substâncias, nitrogênio gasoso e ferro metálico. Na reação entre o azoteto de sódio e o óxido de ferro (III) misturados em proporções estequiométricas, a relação (em mol/mol) $N_2(g)$ / $Fe_2O_3(c)$ é igual a

a) ½.
b) 1.
c) 3/2.
d) 3.
e) 9.

45 (Unicamp) A Terra é um sistema em equilíbrio altamente complexo, possuindo muitos mecanismos auto-regulados de proteção. Esse sistema admirável se formou ao longo de um extenso processo evolutivo de 4550 milhões de anos. A atmosfera terrestre é parte integrante desse intrincado sistema. A sua existência, dentro de estreitos limites de composição, é essencial para a preservação da vida. No gráfico a seguir, pode-se ver a abundância relativa de alguns de seus constituintes em função da altitude. Um outro constituinte, embora minoritário, que não se encontra na figura é o ozônio, que age como filtro protetor da vida na alta atmosfera. Na baixa atmosfera, a sua presença é danosa à vida, mesmo em concentrações relativamente baixas.



a) Considerando que o ozônio seja formado a partir da combinação de oxigênio molecular com oxigênio atômico, e que este seja formado a partir da decomposição do oxigênio molecular, escreva uma seqüência de equações químicas que mostre a formação do ozônio.

b) Tomando como base apenas o gráfico e as reações químicas citadas no item a, estime em que altitude a formação de ozônio é mais favorecida do ponto de vista estequiométrico. Justifique.

46 (ITA) Vidro de janela pode ser produzido por uma mistura de óxido de silício, óxido de sódio e óxido de cálcio, nas seguintes proporções (% m/m): 75, 15 e 10, respectivamente. Os óxidos de cálcio e de sódio são provenientes da decomposição térmica de seus respectivos carbonatos. Para produzir 1,00 kg de vidro, quais são as massas de óxido de silício, carbonato de sódio e carbonato de cálcio que devem ser utilizadas? Mostre os cálculos e as equações químicas balanceadas de decomposição dos carbonatos.

47 (Unicamp) Os sistemas de comunicação e transporte criados pelo homem foram evoluindo ao longo do tempo. Assim, em fins do século XVIII, apareceram os balões, cujo desenvolvimento ocorreu durante todo o século XIX, chegando ao século XX com os dirigíveis cheios de hidrogênio e, mais recentemente, de hélio. Nesse processo, o brasileiro Santos Dumont contribuiu de modo significativo.

Os "Zeppelins", dirigíveis cheios de hidrogênio, estão, ainda, entre as maiores naves aéreas já construídas pelo homem. O mais famoso deles, o "Hindenburg", começou a sua história em 1936, terminan-

do em maio de 1937, num dos maiores acidentes aéreos já vistos e filmados. O seu tamanho era incrível, tendo cerca de 250 metros de comprimento, com um volume de 200×10^6 litros, correspondendo a $8{,}1 \times 10^6$ mols de gás.

a) No dia 6 de maio de 1937, ao chegar a Nova Iorque, o Hindenburg queimou em chamas. Escreva a equação química que representa a reação principal da queima nesse evento.

b) Se o hidrogênio necessário para encher totalmente o "Hindenburg" fosse obtido a partir da reação de ferro com ácido (dando Fe^{2+}), quantos quilogramas de ferro seriam necessários?

48 (Unicamp) Desde os primórdios, o ser humano desejou voar. Aquela facilidade com que as aves singravam pelos ares despertava-lhe a ânsia de se elevar como elas pelos céus. Muito recentemente esse desejo foi realizado e até superado. Não só o ser humano voa, de certo modo imitando os pássaros, como vai além da atmosfera do planeta, coisa que os pássaros não fazem.

Algumas naves espaciais são equipadas com três tanques cilíndricos. Dois referentes ao hidrogênio e um ao oxigênio, líquidos. A energia necessária para elevar uma nave é obtida pela reação entre esses dois elementos.

Nas condições do vôo, considere as seguintes densidades dos dois líquidos: hidrogênio 0,071 g cm^{-3} e oxigênio 1,14 g cm^{-3}.

a) Se o volume total de hidrogênio nos dois tanques é de $1{,}46 \times 10^6$ litros, qual deve ser a capacidade mínima, em litros, do tanque de oxigênio para que se mantenha a relação estequiométrica na reação entre ambos?

b) Nas condições a seguir, em que situação há liberação de maior quantidade de energia: no desastre do "Hindenburg" ou no vôo da nave espacial? Justifique.

Condições "Hindenburg":

Tamanho: 250 metros de comprimento.

Volume: 200×10^6 litros, correspondendo a $8{,}1 \times 10^6$ mols de gás.

49 (Unicamp) Na 48ª. sessão da Comissão de Narcóticos e Drogas da ONU, os EUA encabeçaram uma "coalizão" que rejeitou a proposta feita pelo Brasil de incluir os programas de redução de danos no conceito de Saúde como um direito básico do cidadão. A redução de danos é uma estratégia pragmática para lidar com usuários de drogas injetá-

veis. Disponibiliza seringas descartáveis ou mesmo drogas de forma controlada. Procura manter o viciado em contato com especialistas no tratamento médico e tem o principal objetivo de conter o avanço da Aids no grupo de risco, evitando o uso de agulhas infectadas. Apesar de soar contraditório à primeira vista, o programa é um sucesso comprovado pela classe científica. O Brasil é um dos países mais bem-sucedidos na estratégia, assim como a Grã-Bretanha, o Canadá e a Austrália. O Ministério da Saúde brasileiro, por exemplo, estima que os programas de redução de danos foram capazes de diminuir em 49% os casos de Aids em usuários de drogas injetáveis entre 1993 e 2002. A posição norte-americana reflete as políticas da Casa Branca, que se preocupou, por exemplo, em retirar a palavra "camisinha" de todos os sites do governo federal. Essa mesma filosofia aloca recursos para organizações americanas de combate à Aids que atuam fora dos EUA, pregando a abstinência e a fidelidade como remédios fundamentais na prevenção da doença. (Adaptado de Arthur Ituassu, EUA atacam programas de combate à AIDS. Jornal do Brasil, 12/03/2005.)

O texto mostra a grande controvérsia mundial a respeito das medidas a serem adotadas na redução de danos à saúde. O uso de drogas injetáveis é o principal alvo dos programas governamentais. Entretanto, o consumo de drogas de qualquer natureza é uma questão de saúde pública. Orgânica e fisicamente, sob efeito do ecstasy ($C_{11}H_{15}O_2N$), por exemplo, o indivíduo sente seu corpo energizado pelo aumento do metabolismo, o que pode elevar a sua temperatura corporal a até incríveis 6 °C acima da temperatura normal (hipertermia), além de estimular uma atividade física intensa e a ingestão de grandes quantidades de água. Essa ingestão excessiva de água pode provocar a deficiência de sódio no organismo (hiponatremia), um processo, algumas vezes, letal. Pesquisas recentes com macacos mostraram que a ingestão de uma dose de 22 mg de ecstasy por kg de massa corpórea mataria 50% dos indivíduos (LD_{50}). Isso, entretanto, não significa que um indivíduo, necessariamente, morreria ao consumir o equivalente à sua LD_{50}. Tampouco garante que ele não venha a morrer com apenas um comprimido de ecstasy ou menos.

a) A ingestão de água pode contornar algum dos problemas relativos ao uso do ecstasy? Justifique.

b) Considerando que um comprimido de ecstasy contenha, em média, $5 \cdot 10^{-4}$ mol da droga, qual seria, aproximadamente, a LD_{50} (em comprimidos) relativa a uma pessoa que pesa 56 kg? Dados: considere

válida a LD_{50} dada no enunciado para o ser humano, massas molares em g mol^{-1}: C = 12, H = 1, O = 16 e N = 14.

50 (ITA) Considere a queima completa de vapores das quatro seguintes substâncias: metano, etano, metanol e etanol. Os volumes de ar necessário para a queima de 1 litro de cada um destes vapores, todos a mesma pressão e temperatura, são, respectivamente, V_1, V_2, V_3, V_4. Assinale a alternativa que apresenta a comparação **correta** entre os volumes de ar utilizado na combustão.

a) $V_2 > V_4 > V_1 > V_3$
b) $V_2 > V_1 > V_4 > V_3$
c) $V_4 > V_2 > V_3 > V_1$
d) $V_4 > V_3 > V_2 > V_1$
e) $V_4 = V_3 > V_2 = V_1$

51 (ITA) Três recipientes iguais de 4 litros de capacidade, chamados de 1, 2 e 3, mantidos na mesma temperatura, contêm 180 mL de água. A cada um destes recipientes se junta, respectivamente, 0,10 mol e cada uma das seguintes substâncias: óxido de cálcio, cálcio metálico e hidreto de cálcio. Após a introdução do respectivo sólido, cada frasco é bem fechado. Atingindo o equilíbrio e descartada a hipótese de ocorrência de explosão, a pressão final dentro de cada recipiente pode ser colocada na seguinte ordem:

a) $p_1 = p_2 = p_3$
b) $p_1 < p_2 < p_3$
c) $p_1 < p_2 \approx p_3$
d) $p_1 \approx p_2 < p_3$
e) $p_1 > p_2 \approx p_3$

52 (ITA) Considere um recipiente de paredes reforçadas (volume fixo) provido de torneira, manômetro e de um dispositivo para a produção de faíscas análogo à "vela de ignição" em motores de automóveis. No fundo do recipiente também é colocado um dessecante granulado (p. ex. sílica gel). Neste recipiente, previamente evacuado, se introduz uma mistura de hidrogênio e nitrogênio gasosos até que a pressão dentro dele atinja o valor de 0,70 atm, a temperatura sendo mantida em 20 °C.

O problema é descobrir a proporção de H_2 e N_2 nesta mistura inicial. Para isso se junta excesso de O_2 à mistura, já no recipiente, até que a pressão passe ao valor de 1,00 atm. Em seguida se faz saltar uma

faísca através da mistura. Assim, a temperatura e a pressão sobem transitoriamente. Deixando a mistura voltar à temperatura de 20 °C, notando que o manômetro acusa uma pressão de 0,85 atm. (Lembrar que a água formada é absorvida pelo dessecante, não exercendo pressão parcial significativa).

Das informações anteriores podemos concluir que a fração molar do hidrogênio na mistura inicial de H_2 e N_2 era igual a:

a) 0,07. b) 0,11.
c) 0,14. d) 0,70.
e) 1,00.

53 (Unicamp) A corrida espacial, embora inicialmente inspirada em motivos políticos, acabou por trazer enormes avanços para a humanidade. O projeto Apolo é um símbolo das conquistas tecnológicas do século XX e excelente exemplo de como conceitos simples podem ser valiosos na resolução de problemas sérios.

A Apolo 13, uma nave tripulada, não pôde concluir sua missão de pousar no solo lunar devido a uma explosão num tanque de oxigênio líquido. Esse fato desencadeou uma série de problemas que necessitaram de soluções rápidas e criativas. Um desses problemas foi o acúmulo de gás carbônico no módulo espacial. Para reduzir o teor desse gás na cabine da nave, foi improvisado um filtro com hidróxido de lítio que, por reação química, removia o gás carbônico formado.

a) Escreva a equação química que justifica o uso do hidróxido de lítio como absorvedor desse gás.

b) Qual seria a massa de hidróxido de lítio necessária para remover totalmente o gás carbônico presente, considerando-o a uma pressão parcial igual a 2% da pressão ambiente total de 1,0 atm, estando a cabine à temperatura de 20 °C e supondo-se um volume interno de 60 m^3?

Dado: $R = 0{,}082\ atm\ L\ mol^{-1}\ K^{-1}$

54 (Unicamp) Uma receita de biscoitinhos Petit Four de laranja leva os seguintes ingredientes:

Ingrediente	Quantidade gramas	Densidade aparente g/cm^3
Farinha de trigo	360	0,65
Carbonato ácido de amônio	6	1,5

Sal	1	2,0
Manteiga	100	0,85
Açúcar	90	0,90
Ovo	100 (2 ovos)	1,05
Raspas de casca de laranja	3	0,50

Se o carbonato ácido de amônio (hidrogenocarbonato de amônio) se decompõe totalmente pela ação do calor formando amônia, água e gás carbônico, todos no estado gasoso:

a) Escreva a equação química que representa esta reação.

b) Determine o volume total de gases produzidos pela decomposição do carbonato ácido de amônio em um forno a 227 °C, à pressão ambiente de 1 atm. Massa molar do carbonato ácido de amônio = 79 g/mol.

55 (ITA) Uma mistura de 300 mL de metano e 700 mL de cloro foi aquecida no interior de um cilindro provido de um pistão móvel sem atrito, resultando na formação de tetracloreto de carbono e cloreto de hidrogênio. Considere todas as substâncias no estado gasoso e temperatura constante durante a reação. Assinale a opção que apresenta os volumes **corretos**, medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão, das substâncias presentes no cilindro após reação completa.

	Volume metano (mL)	Volume cloro (mL)	Volume tetracloreto de carbono (mL)	Volume cloreto de hidrogênio (mL)
a)	0	0	300	700
b)	0	100	300	600
c)	0	400	300	300
d)	125	0	175	700
e)	175	0	125	700

56 (ITA) Uma massa de 180 g de zinco metálico é adicionada a um erlenmeyer contendo solução aquosa de ácido clorídrico. Ocorre reação com liberação de gás que é totalmente coletado em um Balão **A**, de volume igual a 2 L. Terminada a reação, restam 49 g de zinco metálico no erlenmeyer. A seguir, por meio de um tubo provido de torneira, de volumes desprezíveis, o Balão **A** é conectado a um Balão **B**, de volume igual

a 4 L, que contém gás nitrogênio sob pressão de 3 atm. Considere que a temperatura é igual em ambos os balões e que esta é mantida constante durante todo o experimento. Abrindo-se a torneira do tubo de conexão entre os dois balões, ocorre a mistura dos dois gases. Após estabelecido o equilíbrio, a pressão nos dois balões pode ser expressa em função da constante dos gases (R) e da temperatura absoluta (T) por

a) $\frac{1}{2}RT$ b) $\frac{1}{2}RT+1$

c) $\frac{3}{2}RT$ d) $\frac{1}{3}RT+2$

e) $\mathbf{RT+3}$

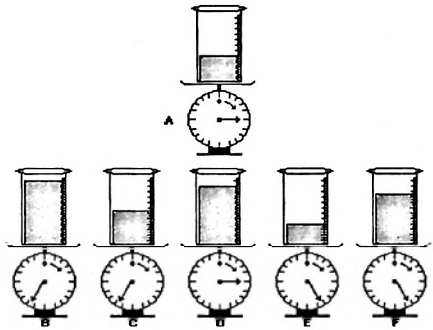
57 (ITA) A 25 °C, uma mistura de metano e propano ocupa um volume (V), sob uma pressão total de 0,080 atm. Quando é realizada a combustão completa desta mistura e apenas dióxido de carbono é coletado, verifica-se que a pressão desse gás é de 0,12 atm, quando este ocupa o mesmo volume (V) e está sob a mesma temperatura da mistura original. Admitindo que os gases têm comportamento ideal, assinale a opção que contém o valor **correto** da concentração, em fração em mols, do gás metano na mistura original.

a) 0,01 b) 0,25

c) 0,50 d) 0,75

e) 1,00

58 (Unicamp) Colocou-se um béquer sobre uma balança e ajustou-se o ponteiro para indicar zero gramas (taragem). Em seguida, acrescentou-se, no béquer, uma certa quantidade de magnésio metálico. Essa última situação está representada, esquematicamente, pela figura A. Fez-se reagir esta amostra de magnésio com oxigênio proveniente do ar atmosférico.



a) Escreva a equação química que representa essa reação.

b) Qual das figuras (**B**, **C**, **D**, **E** ou **F**) a seguir representa melhor a situação final deste experimento?

c) Justifique a resposta do item **b**.

Massas atômicas	Mg	24 u
	O	16 u
Densidade na temperatura do experimento	Magnésio	1,7 g/cm³
	Óxido de magnésio	3,6 g/cm³

59 (Unicamp) A expressão "ômega-3" (ω3) parece ter sido definitivamente incorporada ao vocabulário moderno. Ela se refere a ácidos orgânicos de cadeia longa encontrados em óleos de peixes marinhos. Já foi comprovado que estas substâncias protegem os esquimós da Groenlândia contra doenças cardiovasculares. Surge daí o estímulo que hoje se faz para que as populações ocidentais incluam, pelo menos uma vez por semana, peixe no seu cardápio.

O ácido eicosapentaenóico, EPA, é um ácido graxo poli-insaturado do tipo ω3, podendo ser representado por C_{20}:5ω3. Esta fórmula indica que a molécula do mesmo possui 20 átomos de carbono e 5 duplas ligações, e que a primeira dupla ligação localiza-se no carbono 3 da cadeia (linear), enumerando-se a partir da extremidade oposta do radical carboxila.

a) Represente uma fórmula estrutural possível do ácido graxo representado por C_{18}:3ω3.

Sabe-se que compostos orgânicos que contêm duplas ligações po-

dem reagir com iodo, I_2, adicionando-o às duplas ligações.

b) Quantos mols de I_2 reagem, por completo, com 5,56 g do ácido C_{18}:3ω3 do item a?

60 (ITA) Em qual dos processos de aquecimento, na presença de ar, representados pelas equações químicas a seguir e supostos completos, ter-se-á a maior perda de massa para cada grama do respectivo reagente no estado sólido?

a) $CaCO_3(c) \rightarrow CaO(c) + CO_2(g)$.

b) $CaC_2O_4(c) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow CaO(c) + 2\ CO_2(g)$.

c) $Ca(HCO_3)_2(c) \rightarrow CaO(c) + 2\ CO_2(g) + H_2O(g)$.

d) $MgCO_3(c) \rightarrow MgO(c) + CO_2(g)$.

e) $MgC_2O_4(c) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow MgO(c) + 2\ CO_2(g)$.

61 (ITA) Sulfeto de prata, $Ag_2S(c)$, é formado quando limalhas de prata Ag(c), e enxofre pulverizado, S(c), são aquecidos juntos. Essa reação química, considerada praticamente completa, é representada pela seguinte equação:

$$2\ Ag(c) + S(c) \rightarrow Ag_2S(c)$$

Numa série de muitos tubos foram colocadas misturas com proporções diferentes de Ag(c) e S(c), onde cada um desses tubos continha, inicialmente, **x** mols de prata e **1 - x** mols de enxofre. O valor da variável independente **x** é diferente de tubo para tubo, mas obviamente fica no intervalo $0 \leq x \leq 1$. Para este experimento trace os dois gráficos solicitados a seguir:

a) O gráfico que representa a quantidade (mols) de $Ag_2S(c)$ **formado** versus **x**. Assinale os valores das coordenadas de pontos de máximos e/ou de mínimos.

b) O gráfico que representa a quantidade (mols) de **enxofre remanescente** versus **x**. Assinale os valores das coordenadas de pontos de máximos e/ou de mínimos.

62 (ITA) A calcinação de 1,42 g de uma mistura sólida constituída de $CaCO_3$ e $MgCO_3$ produziu um resíduo sólido que pesou 0,76 g e um gás. Com estas informações, qual das opções a seguir é a relativa à afirmação **correta**?

a) Borbulhando o gás liberado nesta calcinação em água destilada contendo fenolftaleína, com o passar do tempo a solução irá adquirir

uma coloração rósea.

b) A coloração de uma solução aquosa, contendo fenolftaleína, em contato com o resíduo sólido é incolor.

c) O volume ocupado pelo gás liberado devido à calcinação da mistura, nas CNTP, é de 0,37 L.

d) A composição da mistura sólida inicial é 70%(m/m) de $CaCO_3$ e 30%(m/m) de $MgCO_3$.

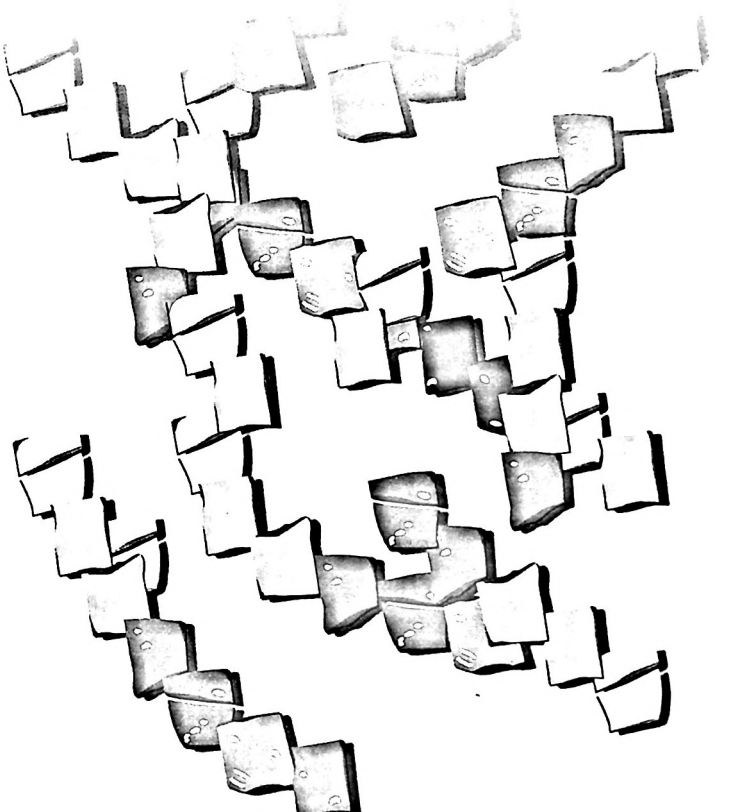
e) O resíduo sólido é constituído pelos carbetos de cálcio e magnésio.

63 (Unicamp) Uma amostra gasosa de H_2S e CS_2, a 120 °C, reagiu com excesso de O_2 formando uma mistura gasosa contendo 2,16 g de água, 9,24 g de dióxido de carbono e uma certa quantidade de dióxido de enxofre.

a) Escreva a equação química que representa a reação de dissulfeto de carbono com oxigênio.

b) Calcule a massa de dióxido de enxofre formada na reação da amostra gasosa com oxigênio.

PARTE II
FÍSICO-QUÍMICA



SOLUÇÕES

01 (Unicamp) Hoje em dia, com o rádio, o computador e o telefone celular, a comunicação entre pessoas à distância é algo quase que "banalizado". No entanto, nem sempre foi assim. Por exemplo, algumas tribos de índios nor-teamericanas utilizavam códigos com fumaça produzida pela queima de madeira para se comunicarem à distância. A fumaça é visível devido à dispersão da luz que sobre ela incide.

a) Considerando que a fumaça seja constituída pelo conjunto de substâncias emitidas no processo de queima da madeira, quantos "estados da matéria" ali comparecem? Justifique.

b) Pesar a fumaça é difícil, porém, "para se determinar a massa de fumaça formada na queima de uma certa quantidade de madeira, basta subtrair a massa de cinzas da massa inicial de madeira". Você concorda com a afirmação que está entre aspas? Responda sim ou não e justifique.

02 (ITA) Um mol de NaCl tem 58,5 g de massa e, quando compacto, ocupa um volume de 27 mL. Para preparar uma solução 1,000 mol/L de NaCl em água, devemos dissolver 1,000 mol de NaCl:

a) em 1,000 L de água.

b) em 0,973 L de água.

c) em tanta água quanto for necessária para que a solução final ocupe 1,000 litro.

d) em tanta água quanto for necessária para que a solução final ocupe 1,027 litro.

e) em 1,000 mol de água.

03 (ITA) O ácido nítrico concentrado encontrado no comércio tem 67 % em massa de HNO_3. Que massa dessa solução deve ser usada para preparar 1 litro de uma solução 1,0 mol/L de ácido nítrico?

04 (ARG) Em um laboratório se prepararam duas soluções aquosas, uma de sulfato de sódio e outra de nitrato de sódio, dissolvendo-se 9,00 g de soluto para obter 100 cm^3 de solução. Uma delas tem concentração igual a 1,059 mol/dm^3. De qual solução se trata?

05 Qual a molaridade de uma solução de um ácido H_2X (massa molar = 160 g/mol), para o qual se sabe:

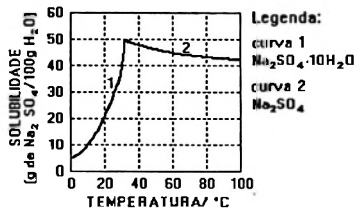
$$\mu = 1{,}40 \text{ kg/L} \quad ; \quad \%m\ H_2X = 60\%$$

06 (Unicamp) Preparou-se uma solução dissolvendo-se 40 g de Na_2SO_4 em 100 g de água a uma temperatura de 60 °C. A seguir a solução foi resfriada a 20 °C, havendo formação de um sólido branco.

a) Qual o sólido que se formou?

b) Qual a concentração da solução final (20 °C)?

Dados: as curvas de solubilidade do $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$ e do Na_2SO_4, no gráfico a seguir; a solubilidade está indicada, nos dois casos, em "g de Na_2SO_4 / 100 g de H_2O".

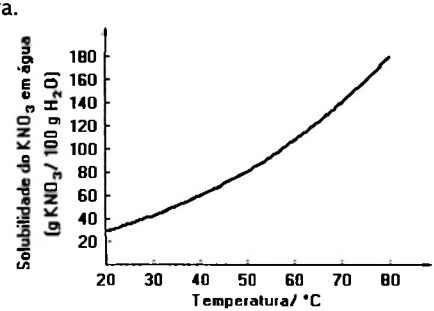


07 (Unicamp) Uma solução saturada de nitrato de potássio (KNO_3) constituída, além do sal, por 100 g de água, está à temperatura de 70 °C. Essa solução é resfriada a 40 °C, ocorrendo precipitação de parte do sal dissolvido. Calcule:

a) a massa do sal que precipitou.

b) a massa do sal que permaneceu em solução.

A seguir, o gráfico da solubilidade do nitrato de potássio em função da temperatura.



08 (Unicamp) Nas salinas, o cloreto de sódio é obtido pela evaporação da água do mar a 30 °C, aproximadamente.

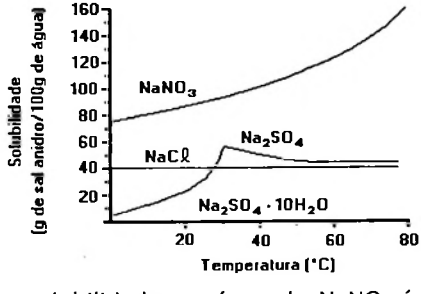
a) Um volume de água do mar é evaporado até o aparecimento de NaCl sólido. Qual é a concentração de NaCl na solução resultante? Justifique a resposta.

b) Qual o volume de água do mar que deve ser evaporado completamente para a produção de 1,00 kg de NaCl sólido?

Atenção: nem todos os dados fornecidos a seguir serão utilizados para resolver os itens anteriores.

Dados:
- Massa molar da água = 18,0 g/mol
- Massa molar do NaCl = 58,4g/mol
- Solubilidade do NaCl em água a 30 °C = 6,16 mol/L, que corresponde a 360 g/L
- Concentração do NaCl na água do mar = 0,43 mol/L, que corresponde a 25 g/L
- Densidade da água do mar a 30 °C = 1,03 g/cm³
- Densidade da água pura a 30 °C = 0,9956 g/cm³

09 (ITA) Considerando sistemas termodinamicamente estáveis, é errado afirmar que:



a) A 25 °C, a solubilidade em água do $NaNO_3$ é maior que a do $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.

b) A 25 °C, uma mistura de 120 g de $NaNO_3$ com 100 g de H_2O é bifásica, sendo uma das fases o $NaNO_3(s)$ e a outra a $H_2O(l)$.

c) A 0 °C, uma mistura de 20 g de NaCl com 100 g de gelo é monofásica, sendo esta fase uma solução aquosa não saturada em NaCl.

d) A 25 °C, a concentração de íons de sódio existentes na fase líquida de uma mistura preparada pela adição de 6 g de NaCl a 100 g de H_2O é 1 mol/L.

e) A 25 °C, a quantidade (mol) de íons de sódio presentes em uma solução preparada pela dissolução de 1,0 g de Na_2SO_4 em 10 g de H_2O é maior do que a existente em outra solução preparada pela dissolução de 1,0 g de Na_2SO_4 . 10 H_2O na mesma quantidade de água.

10 (ARG) Para realizar uma experiência são necessários 250 cm^3 de solução aquosa de HCl 2,15 mol/L (densidade = 1,02 g/cm^3).

a) Quais são as massas de soluto e solvente necessárias?

b) Qual será a molalidade da solução?

11 (ITA) Considere uma solução aquosa com 10,0%(m/m) de ácido sulfúrico, cuja massa específica a 20 °C é 1,07g/cm^3. Existem muitas maneiras de exprimir a concentração de ácido sulfúrico nesta solução. Em relação a essas diferentes maneiras de expressar a concentração do ácido, qual das alternativas a seguir está **errada**?

a) (0,100 . 1,07 . 10^3) g de H_2SO_4 / litro de solução.

b) [(0,100 . 1,07 . 10^3) / 98] molar em H_2SO_4.

c) [(0,100 . 1,07 . 10^3) / (0,90 . 98)] molal em H_2SO_4.

d) [(2 . 0,100 . 1,07.10^3) / 98] normal em H_2SO_4.

e) {(0,100 / 98) / [(0,100 / 98) + (0,90 / 18,0)]} mol de H_2SO_4 / mol total.

12 (Unicamp) Um dos grandes problemas das navegações do século XVI referia-se à limitação de água potável que era possível transportar numa embarcação. Imagine uma situação de emergência em que restaram apenas 300 litros (L) de água potável (considere-a completamente isenta de eletrólitos). A água do mar não é apropriada para o consumo devido à grande concentração de NaCl (25 g/L), porém o soro fisiológico (10 g NaCl/L) é. Se os navegantes tivessem conhecimento da composição do soro fisiológico, poderiam usar água potável para diluir água do mar de modo a obter o soro e assim teriam um volume maior de líquido para beber.

a) Que volume total de soro seria obtido com a diluição se todos os 300 litros de água potável fossem usados para este fim?

b) Considerando-se a presença de 50 pessoas na embarcação e admitindo-se uma distribuição eqüitativa do soro, quantos gramas de NaCl teriam sido ingeridos por cada pessoa?

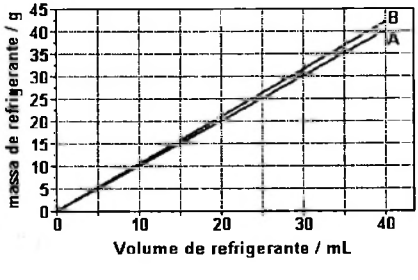
c) Uma maneira que os navegadores usavam para obter água potável adicional era recolher água de chuva. Considerando-se que a água da chuva é originária, em grande parte, da água do mar, como se explica que ela possa ser usada como água potável?

13 (Unicamp) A cana-de-açúcar, o engenho, o açúcar e a aguardente estão profundamente vinculados à história do Brasil. A produção de açúcar era feita, originariamente, pela evaporação da água contida na garapa, submetendo-a a aquecimento. A solubilidade do açúcar em água é de 660 g/litro de solução a 20 °C. A garapa contém, aproximadamente, 165 g de açúcar por litro e sua densidade é 1,08 g/cm³. Considere a garapa como sendo solução de açúcar em água.

a) Qual é a percentagem, em massa, de açúcar na garapa?

b) A que fração deve ser reduzido um volume de garapa a fim de que, ao ser esfriado a 20 °C, haja condições para a formação dos primeiros cristais de açúcar?

14 (Unicamp) Enquanto estudavam a ficha cadastral do vigia, Estrondosa e Rango resolveram tomar um refrigerante. Numa tina com água e gelo havia garrafinhas plásticas de um mesmo refrigerante "diet" e comum. O refrigerante comum contém sacarose. O "diet" é adoçado com substâncias que podem ser até 500 vezes mais doces do que a sacarose. Sem se preocupar com os rótulos, que haviam se soltado, Rango pegou duas garrafas que estavam bem à tona, desprezando as que estavam mais afundadas na água. Considere que um refrigerante é constituído, essencialmente, de água e de um adoçante, que pode ser sacarose ou outra substância, já que, para um mesmo refrigerante, todos os outros constituintes são mantidos constantes. A figura mostra os dados relativos à massa de refrigerante em função do seu volume. Sabe-se, também, que em 100 mL de refrigerante comum há 13 g de sacarose.



a) Qual das curvas, A ou B, corresponde ao tipo de refrigerante escolhido por Rango? Justifique.

b) Calcule a porcentagem em massa de sacarose no refrigerante comum. Explicite como obteve o resultado.

15 Determinar a massa específica, em g/mL, de uma solução aquosa de carbonato de potássio, K_2CO_3, que é 3,10 molal e 2,79 molar em carbonato de potássio.

16 (ITA) Para preparar 500 mL de solução aquosa 0,20 mol/L de NaOH, um indivíduo tem à sua disposição:

- frasco I – contém solução aquosa de NaOH 5,0 mol/L;
- frasco II – balão volumétrico de 500 mL;
- água destilada à vontade.

O procedimento correto seria:

a) colocar, no frasco II, 40,0 mL da solução do frasco I e completar os 500 mL com água destilada.

b) colocar, no frasco II, 20,0 mL da solução do frasco I e completar os 500 mL com água destilada.

c) colocar, no frasco II, 460,0 mL de água destilada e completar os 500 mL com solução do frasco I.

d) colocar, no frasco II, 480,0 mL de água destilada e completar os 500 mL com solução do frasco I.

e) colocar, no frasco II, 460,0 mL de água destilada e 40 mL de solução do frasco I.

17 (ITA) Mistura-se 20 mL de uma solução 0,50 mol/L de NaOH com 40 mL de uma solução 0,30 mol/L de NaOH. Admitindo-se a aditividade de volume, a concentração da solução final, em mol/L, será:

a) (0,50 ÷ 0,30) / (20 + 40).
b) (20 × 0,50 + 40 × 0,30) / (20 + 40).
c) (40 × 0,50 + 20 × 0,30) / (20 + 40).
d) (20 + 0,50) / (40 × 0,30).
e) (11,50 + 0,30) / (40 + 20).

18 Qual a massa, em gramas, de $Co(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$, nitrato de cobalto (II) hexaidratado, que devemos dissolver em 608,0 gramas de água para obtermos uma solução final que contenha 5,00%, em massa, do sal anidro, $Co(NO_3)_2$?

19 Em uma solução ideal, os volumes são aditivos e chama-se "volume parcial molar" de um componente **i** da solução o volume ocupado por mol de **i** nas mesmas condições de temperatura, pressão e composição da solução, de modo que:

$$V = \sum V_i \times n_i \quad \text{onde:} \quad \begin{array}{l} V = \text{volume da solução} \\ V_i = \text{volume parcial molar de } i \\ n_i = \text{número de mols de } i \end{array}$$

O químico encarregado de uma destilaria de bebidas deve preparar um vodka com 56,0% em peso de etanol (CH_3CH_2OH) , a partir de 10,0 m^3 de álcool a 96,0% de etanol, em peso.

Os volumes parciais molares da água e do etanol são 14,6 cm^3 e 58,0 cm^3 no álcool, e 17,1 cm^3 e 56,6 cm^3 no vodka, respectivamente. Calcular:

a) Que volume de água (ρ = 1,0 g/cm^3) em m^3 deve ser adicionado ao álcool para obter o vodka desejado?

b) Que volume em m^3 de vodka será obtido?

20 (ARG) O fosfeto de cálcio, Ca_3P_2, reage com água conforme:

$$Ca_3P_2(s) + 6\ H_2O(l) \rightarrow 2\ PH_3(g) + 3\ Ca(OH)_2$$

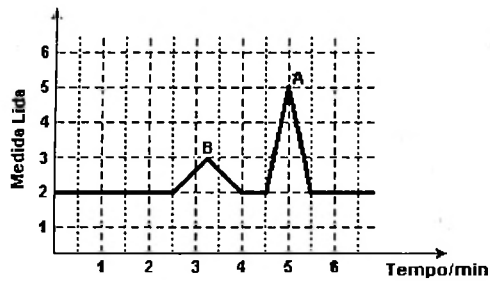
a) Calcular as massas iniciais teóricas dos reagentes, sabendo-se que se desprenderam 100 dm^3 de PH_3 medidos a 35 °C e 0,98 atm.

b) Qual deveria ser o volume mínimo inicial de água para ter-se dissolvido todo o hidróxido de cálcio produzido? (a solubilidade do $Ca(OH)_2$ a 35 °C é 0,928 g/dm^3)?

21 (ITA) Para preparar 80 L de uma solução aquosa 12% (massa/massa) de KOH (massa específica da solução = 1,10 g/cm^3) foram adicionados **x** litros de uma solução aquosa 44% (massa/massa) de KOH (massa específica da solução = 1,50 g/cm^3) e **y** litros de água deionizada (massa específica = 1,00g/cm^3). Os valores de **x** e de **y** são respectivamente:

a) 12 L e 68 L.
b) 16 L e 64 L.
c) 30 L e 50 L.
d) 36 L e 44 L.
e) 44 L e 36 L.

22 (Unicamp) 10,0g de um fruto de uma pimenteira foram colocados em contato com 100 mL de acetona para extrair as substâncias capsaicina e di-hidrocapsaicina, dois dos compostos responsáveis pela pungência (sensação de quente) da pimenta.



A mistura resultante foi filtrada e o líquido obtido teve seu volume reduzido a 5,0 mL, por aquecimento. Estes 5,0 mL foram diluídos a 50 mL pela adição de etanol anidro. Destes 50 mL, uma porção de 10 mL foi diluída a 25 mL. A análise desta última solução, num instrumento apropriado, forneceu o gráfico representado na figura.

Observou-se que a concentração da capsaicina é metade da di-hidrocapsaicina.

a) Qual a relação entre as concentrações da capsaicina, na solução de 5,0 mL e na solução final? Justifique.

b) Identifique o "triângulo" que corresponde à capsaicina e o "triângulo" que corresponde à di-hidrocapsaicina. Mostre claramente como você fez esta correlação.

23 (Unicamp) Sabendo-se que em 100 mililitros (mL) de leite integral há cerca de 120 miligramas (mg) de cálcio. Calcule a concentração de cálcio no leite em mol por litro (mol/L).

24 (ITA) Considere as seguintes soluções:

I. 10 g de NaCl em 100 g de água.

II. 10 g de NaCl em 100 mL de água.

III. 20 g de NaCl em 180 g de água.
IV. 10 mols de NaCl em 90 mols de água.
Destas soluções, tem concentração 10% em massa de cloreto de sódio:
a) Apenas I
b) Apenas III
c) Apenas IV
d) Apenas I e II
e) Apenas III e IV.

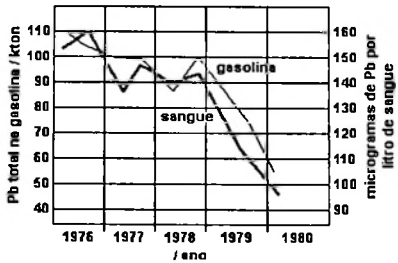
25 (ITA) O volume, em litros, de uma solução 0,30 molar de sulfato de alumínio que contém 3,0 mols de cátion alumínio é:
a) 2,5
b) 3,3
c) 5,0
d) 9,0
e) 10

26 (Unicamp) Num refrigerante do tipo "cola", a análise química determinou uma concentração de íons fosfato $(PO_4)^{3-}$ igual a 0,15 g/L. Qual a concentração de fosfato, em mols por litro, neste refrigerante?

27 (Unicamp) O "soro caseiro" recomendado para evitar a desidratação infantil consiste em uma solução aquosa de cloreto de sódio (3,5 g/L) e de sacarose (11,0 g/L). Qual é a concentração, em mol/L, do cloreto de sódio nesta solução?

28 (Unicamp) Apesar dos problemas que traz, o automóvel é um grande facilitador de comunicação. Já em meados do século XX, a participação do automóvel na sociedade humana estava muito bem estabelecida. Até recentemente, para aumentar a octanagem da gasolina (e por interesses de grupos econômicos), nela era adicionado um composto de chumbo. Quando a sociedade percebeu os males que o chumbo liberado na atmosfera trazia, ocorreram pressões sociais que levaram, pouco a pouco, ao abandono desse aditivo.

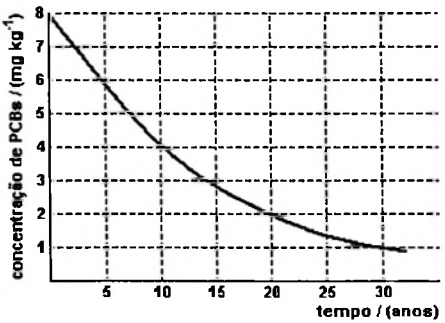
O gráfico a seguir mostra uma comparação entre a concentração média de chumbo, por indivíduo, encontrada no sangue de uma população, em determinado lugar, e a quantidade total de chumbo adicionado na gasolina, entre os anos de 1976 e 1980.



a) Sabendo-se que o composto de chumbo usado era o tetraetil-chumbo, e que esse entrava na corrente sanguínea sem se alterar, qual era a concentração média (em mol L^{-1}) desse composto no sangue de um indivíduo, em meados de 1979?

b) "O fato de a curva referente à gasolina quase se sobrepor à do sangue significa que todo o chumbo emitido pela queima da gasolina foi absorvido pelos seres humanos". Você concorda com esta afirmação? Responda sim ou não e justifique com base apenas no gráfico.

29 (Unicamp) Computadores, televisores, transformadores elétricos, tintas e muitas outras utilidades que facilitam a comunicação, já empregaram os PCBs (compostos bifenílicos policlorados). Infelizmente, a alta estabilidade dos PCBs, aliada às suas características prejudiciais, os colocou dentre os mais indesejáveis agentes poluentes. Esses compostos continuam, ainda, presentes no ar, na água dos rios e mares, bem como em animais aquáticos e terrestres. O gráfico a seguir mostra a sua degradabilidade, em tecidos humanos.



a) Imagine que uma pessoa, pesando 70 kg, ingere 100 kg/ano de um alimento contaminado com 0,3 ppm (mg kg^{-1}) de PCBs, e que o nível letal de PCBs para o ser humano seja 1300 ppm. Será possível que este nível de PCBs seja alcançado, ao longo de sua vida, considerando a alimentação como única forma de ingestão de PCBs? Responda sim ou não e justifique.

b) Após realizar exames de laboratório, uma moça de vinte e cinco anos descobriu que estava contaminada por 14 ppm de PCBs, o que poderia comprometer seriamente o feto em caso de gravidez. Deixando imediatamente de ingerir alimentos contaminados com PCBs, ela poderia engravidar ao longo de sua vida, sem nenhum risco para o feto? Responda sim ou não e justifique, sabendo que o limite seguro é de aproximadamente 0,2 ppm.

30 (ITA) Um cilindro provido de um pistão contém água até a metade do seu volume. O espaço acima da água é ocupado por ar atmosférico. Para aumentar a quantidade de CO_2 dissolvido na água, alunos propuseram os seguintes procedimentos:

I. Manter a temperatura constante e aumentar a pressão total introduzindo nitrogênio.

II. Manter a temperatura constante e aumentar a pressão introduzindo CO_2.

III. Manter a temperatura e a pressão constantes e substituir parte do ar por CO_2.

IV. Manter a temperatura constante e diminuir a pressão total retirando oxigênio.

V. Aumentar a temperatura e manter a pressão total constante, aumentando o volume do sistema.

Quais destes procedimentos servem para atingir o objetivo desejado?

a) Apenas I e II.
b) Apenas II e III.
c) Apenas I, II e III
d) Apenas I, III e IV
e) Apenas II, IV e V.

31 (ITA) Em relação à sacarose são feitas as seguintes afirmações:

I. É uma substância apolar.

II. É muito solúvel em benzeno.

III. Por hidrólise, um mol de sacarose fornece dois mols de dextrose.

IV. Suas soluções aquosas não apresentam condutividade elétrica apreciável.

V. Suas soluções aquosas podem girar o plano de polarização da luz.

Das afirmações anteriores estão **corretas**:

a) Todas.
b) Apenas I, III e V.
c) apenas I, II e III.
d) Apenas II e IV.
e) Apenas IV e V.

32 (ITA) Qual o valor da massa de sulfato de ferro (III) anidro que deve ser colocada em um balão volumétrico de 500 mL de capacidade para obter uma solução aquosa 20 milimol/L em íons férricos após completar o volume do balão com água destilada?

a) 1,5 g
b) 2,0 g
c) 3,0 g
d) 4,0 g
e) 8,0 g

33 (ITA) Uma determinada solução contém apenas concentrações apreciáveis das seguintes espécies iônicas: 0,10 mol/L de $H^+(aq)$, 0,15 mol/L de $Mg^{2+}(aq)$, 0,20 mol/L de $Fe^{3+}(aq)$, 0,20 mol/L de $SO_4^{2-}(aq)$ e x mol/L de $Cl^-(aq)$.

Pode-se afirmar que o valor de x é igual a:

a) 0,15 mol/L
b) 0,20 mol/L
c) 0,30 mol/L
d) 0,40 mol/L
e) 0,60 mol/L

34 (Unicamp) Seis horas da manhã. A noite fora chuvosa. Tremenda tempestade abatera-se sobre a cidade. O telefone toca e Estrondosa atende, sonolenta. É um chamado para averiguarem um incêndio ocorrido numa indústria farmacêutica. Rango abre os olhos preguiçosamente, resmunga e pega um descongestionante nasal, porque acordou resfriado.

- Esse não! - grita Estrondosa. - Já cansei de dizer que esse descongestionante contém fenilpropanolamina, substância proibida por aumentar o risco de derrame! Use o soro fisiológico!

a) Escreva a representação química e o nome de uma função orgânica existente na fenilpropanolamina.

b) Escreva o nome químico e a fórmula da substância iônica dissolvida no soro fisiológico.

Reações Envolvendo Soluções

01 (ITA) O volume de SO_2 gasoso, medido nas CNTP, necessário para transformar completamente 250 cm^3 de solução aquosa 0,100 molar de NaOH em solução de Na_2SO_3, é:

a) 0,14 L. b) 0,28 L.
c) 0,56 L. d) 1,12 L.
e) 2,24 L.

02 Quantos mL de solução 0,200 M de ácido sulfúrico são necessários para neutralizar 0,200 g de hidróxido de magnésio?

03 Uma amostra de hidróxido de cálcio impuro, pesando 2,000 g, foi neutralizada por 50,0 mL de ácido sulfúrico 0,500 molar. Qual a pureza da amostra? Obs.: as impurezas não reagem.

04 (ITA) O volume de HCl gasoso, medido na pressão de 624 mmHg e temperatura igual a 27 °C, necessário para neutralizar completamente 500 cm^3 de uma solução aquosa 0,200 molar de NaOH é:

a) 0,27 L. b) 1,5 L.
c) 3,0 L. d) 6,0 L.
e) 27 L.

05 (ITA) Em um béquer, contendo uma solução aquosa 1,00 mol/L em nitrato de prata, foi adicionado uma solu-ção aquosa contendo um sal de cloreto (M_yCl_x). A mistura resultante foi agitada, filtrada e seca-da, gerando 71,7 gramas de precipitado. Considerando que não tenha restado cloreto no líquido sobrenadante, o número de mols de íons M^{x+} adicionado à mistura, em função de **x** e **y**, é

a) $\frac{x}{y}$ b) $\frac{2x}{y}$
c) $\frac{y}{2x}$ d) $\frac{2y}{x}$
e) $\frac{x^2}{y}$

06 O ácido sulfúrico comercial pode ser obtido a partir da pirita (minério de enxofre, contendo FeS_2 e impurezas inertes) pelo processo de contato, que se baseia nas seguintes reações, não equilibradas.

I. ustulação do FeS_2 — $FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2$
II. oxidação catalítica do SO_2 — $SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$
III. hidratação do SO_3 — $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

Calcular o volume (em litros) de ácido sulfúrico comercial (com 95,0% em massa de H_2SO_4 e densidade = 1,78 g/mL) que será obtido a partir de 250 t/dia de pirita com 90,0% de FeS_2, se o rendimento global do processo é de 60,0%.

Rendimento de um processo químico, η, é a relação (em %) entre a produção real do produto desejado e a produção teórica, se o aproveitamento fosse total: $\eta = \frac{Q_r}{Q_t} \times 100\%$.

07 Um químico recebeu uma amostra de mineral para análise e, em ensaios preliminares, determinou que o mesmo era formado por cloreto de bário ($BaCl_2$), cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), e sílica (SiO_2). Tomou uma amostra inicial, de massa igual a 38,750 g, e dissolveu-a em água suficiente para obter 200,0 mL de solução aquosa, havendo um resíduo sólido de SiO_2, insolúvel, cuja massa foi de 4,650 g.

Da solução obtida separou 100,0 mL, que tratou com solução de nitrato de prata ($AgNO_3$), em excesso, formando-se 28,700 g de precipitado de cloreto de prata, AgCl, insolúvel, segundo as reações representadas pelas equações:

I. $BaCl_2 + 2\ AgNO_3 \rightarrow 2\ AgCl(s) + Ba(NO_3)_2$
II. $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3$
III. $KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl(s) + KNO_3$

Dos restantes 100,0 mL de solução tomou 40,0 mL, que foram tratados com solução de sulfato de sódio (Na_2SO_4), obtendo 4,660 g de precipitado de sulfato de bário ($BaSO_4$):

IV. $BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4(s) + 2\ NaCl$

Com base nos dados analíticos acima, determinar a composição porcentual do mineral (isto é, as porcentagens de $BaCl_2$, NaCl, KCl e SiO_2).

08 A prata alemã é uma liga de Cu, Zn e Ni, muito usada em ourivesaria barata (bijuterias). Uma amostra de prata alemã, de massa igual a 5,000 g, foi tratada com ácido clorídrico comercial, de massa específi-

ca 1,200 g/mL e contendo 40,0% de HCl (em massa). Houve dissolução do Zn e do Ni da amostra, segundo as equações:

I. $Zn + 2\ HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2(g)$

II. $Ni + 2\ HCl \rightarrow NiCl_2 + H_2(g)$

tendo o cobre, por não ser atacado pelo HCl, permanecido insolúvel, dando um resíduo de m = 2,750 g.

O H_2 gasoso desprendido foi queimado com O_2 em excesso, com rendimento de 90,00%, dando 0,5861 g de água.

Calcular as massas de Cu, Zn e Ni na amostra inicial de prata alemã (em g), a composição percentual da liga, e o volume de ácido clorídrico empregado (em mL), sabendo que foi usado um excesso de 100,0% sobre o estequiometricamente necessário.

09 (IME) Na produção contínua de sulfato de amônio, atomiza-se ácido sulfúrico 100% no interior de uma câmara fechada contendo amoníaco e nitrogênio a 50,0% em volume. Devido a problemas operacionais, apenas 50,0% do ácido introduzido são consumidos. O sal produzido, juntamente com o ácido não reagido, são continuamente retirados da câmara. Supondo uma adição de 49 $g.min^{-1}$ de H_2SO_4, calcular o tempo para haver uma queda de pressão de 5% no interior da câmara.

Dados: pressão inicial = 1 atm
volume da câmara = 10000 L
temperatura suposta constante = 31 °C

10 (ARG) 3,00 dm^3 de solução aquosa de HCl 5,00 mol/dm^3 reagiram com 120 g de Mg (80,0% de pureza) e excesso de Na_3AsO_3, conforme

$Na_3AsO_3(s) + 9\ HCl(aq) + 3\ Mg(s) \rightarrow AsH_3(g) + 3\ MgCl_2 + 3\ NaCl(aq) + 3\ H_2O(l)$

com 70,0% de rendimento.

a) Que volume de $AsH_3(g)$ é obtido a 293 K e 2,03 bar?

b) Se separarmos o $MgCl_2$ e o dissolvermos em 1400 cm^3 de água, qual será a molalidade da solução obtida?

11 (ARG) Um recipiente rígido de 75 dm^3 contém sulfeto de hidrogênio, $H_2S(g)$, a 1,00 atm e 0 °C. São introduzidos 500 cm^3 de $H_2SO_4(aq)$ 7,50 mol/dm^3 e excesso de dicromato de potássio, $K_2Cr_2O_7(s)$ (considere desprezível o volume deste sólido). Ocorre a seguinte reação a 35 °C:

$3\ H_2S(g) + K_2Cr_2O_7(s) + 4\ H_2SO_4(aq) \rightarrow K_2SO_4(aq) + Cr_2(SO_4)_3(aq) + 3\ S(s) + 7\ H_2O(l)$

obtendo-se 103 g de H_2O.

a) Calcular o rendimento da reação.

b) Qual é a pressão dentro do recipiente imediatamente após a reação?

12 (ARG) 12,0 g de P_2O_3 (90,0% de pureza) reagiram com 125 cm^3 de HCl(aq) 0,400 mol/dm^3 conforme a seguinte equação não balanceada:

$$P_2O_3(s) + HCl(aq) \rightarrow PH_3(g) + Cl_2O(g)$$

O rendimento foi de 88,0% e os gases recolhidos a 227 °C em um recipiente rígido exerceram uma pressão de 2,78 atm.

a) Balanceie a equação química.

b) Calcule o volume do recipiente e a pressão parcial do Cl_2O.

c) Se o rendimento fosse de 100%, que reagente não reagiria completamente e qual seria a massa em excesso do mesmo?

13 (ITA) Acrescentando um volume V_2 (em mL) de uma solução aquosa 1,0 molar de nitrato de chumbo a um volume V_1(em mL) 1,0 molar em sulfato de potássio e supondo que a reação representada pela equação:

$$Pb^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(c)$$

seja completa, em qual das alternativas a seguir seria formada a maior quantidade de $PbSO_4(c)$?

a) $V_1 = 5$; $V_2 = 25$.
b) $V_1 = 10$; $V_2 = 20$.
c) $V_1 = 15$; $V_2 = 15$.
d) $V_1 = 20$; $V_2 = 10$.
e) $V_1 = 25$; $V_2 = 5$.

14 (ITA) Em um copo de 500 mL são misturados 100 mL de ácido clorídrico 1,00 molar em 100 mL de hidróxido de sódio 0,50 molar. A solução resultante do copo é:

a) $1,0 \times 10^{-7}$ molar em OH^-
b) $1,0 \times 10^{-7}$ molar em H^+
c) 0,05 molar em H^+
d) 0,25 molar em H^+
e) 0,50 molar em H^+

15 (ITA) Determine o menor volume de solução de ácido clorídrico 0,250 molar necessário para dissolver comple-tamente 13,5 g de alumínio metálico granulado.

16 (IME) Uma solução aquosa de NaOH possui as seguintes características:

- fração molar do NaOH igual a 0,01;
- massa específica da solução igual a 1,04g cm^{-3}; e
- um litro desta solução neutraliza 2 L de solução aquosa de ácido ortofosfórico.

Calcule para a solução de H_3PO_4:

a) a molaridade;

b) a concentração em g L^{-1}.

17 (IME) A um excesso de bicarbonato de potássio adicionou-se 125 mL de solução de ácido sulfúrico. O volume do gás liberado, medido a 20 °C e 765 mmHg, foi de 2,5 L. Calcular a concentração do ácido expressa em número de mols por litro.

18 (IME) Determinar o volume máximo de HNO_3 0,5 M que pode ser obtido pela oxidação de 17 g de NH_3.

19 (ITA) 1,7 toneladas de amônia vazaram e se espalharam uniformemente em certo volume da atmosfera terrestre, a 27 °C e 760 mmHg. Medidas mostraram que a concentração da amônia neste volume da atmosfera era de 25 partes por milhão, em volume, de ar. O volume da atmosfera contaminada por essa quantidade de amônia foi, em m^3:

a) $0,9 \times 10^2$ b) $1,0 \times 10^2$

c) $2,0 \times 10^7$ d) 10×10^7

e) 25×10^8

20 (ITA) Adicionou-se um excesso de solução de sulfato de sódio a 500 mL de uma solução de nitrato de chumbo, tendo se tornado um precipitado de sulfato de chumbo de massa igual a 3,0 g. A concentração molar inicial do sal de chumbo na solução era:

a) $2,0 \times 10^{-3}$ b) $1,0 \times 10^{-2}$

c) $2,0 \times 10^{-2}$ d) $5,0 \times 10^{-2}$

e) $2,0 \times 10^{-1}$

PROPRIEDADES COLIGATIVAS DAS SOLUÇÕES

01 (ITA) Temos as seguintes soluções aquosas 1 molar:

I. uréia, $CO(NH_2)_2$;

II. glicerina, $C_3H_8O_3$;

III. glicose, $C_6H_{12}O_6$.

Podemos afirmar que a temperatura de início de ebulição de:

a) I é praticamente 3 vezes menor que de III.

b) II é praticamente 1,5 vezes maior que de I.

c) III é praticamente 2 vezes maior que de II.

d) I, II e III será a mesma.

e) faltam dados para responder.

02 (ITA) Em relação à água pura, é de se esperar que uma solução de 10 g de sacarose em 150 g de água tenha, respectivamente:

	ponto de ebulição	ponto de solidificação	pressão de vapor
a)	menor	maior	menor
b)	menor	menor	menor
c)	maior	menor	menor
d)	maior	menor	maior

e) nenhuma das respostas

03 (ITA) Assinale a única afirmação **verdadeira**:

a) Num local onde a pressão ambiente é de 720 mm Hg, a água aquecida em recipiente aberto ferverá acima de 100 °C.

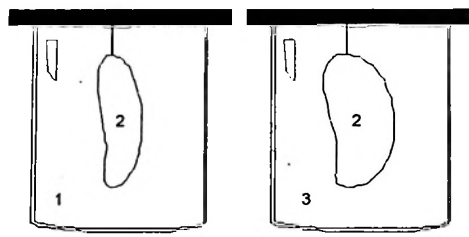
b) Sabendo que nas condições ambientais a acetona ferve a 56 °C e o benzeno a 80 °C, pode-se concluir que, a 25 °C, a pressão de vapor do benzeno é maior que a pressão de vapor da acetona.

c) Aquecendo uma solução de um sal em água num recipiente aberto, a solução entrará em ebulição quando a sua pressão de vapor passar a ser menor que a pressão ambiente.

d) Aquecendo uma solução aquosa de NaCl num recipiente aberto, a temperatura de ebulição será menor que a da água pura.

e) Nenhuma das afirmações anteriores.

04 (ITA) Temos três soluções de açúcar em água (**1**, **2** e **3**). As soluções **1** e **3** são postas em copos distintos. Com a solução **2** enchemos dois saquinhos de celofane em forma de envoltório de salsicha. Os saquinhos são suspensos por um fio, nos dois copos, conforme esquema a seguir. Os saquinhos não "vazam", todavia seu conteúdo muda de volume conforme assinalado no desenho.



aqui notamos que o saquinho murcha

aqui notamos que o saquinho incha

Em face das observações anteriores foram feitas as seguintes afirmações:

I. A pressão de vapor da água nas soluções anteriores cresce na seqüência **1**, **2** e **3**.

II. A temperatura de início de solidificação no resfriamento decresce na seqüência **1**, **2** e **3**.

III. A temperatura de início de ebulição no aquecimento cresce na seqüência **1**, **2** e **3**.

São **certas** as afirmações:

a) apenas I.
b) apenas II.
c) apenas III.
d) nenhuma.
e) todas.

05 (ITA) Uma solução de NaCl em água é aquecida num recipiente aberto. Qual das afirmações abaixo é **falsa** em relação a este sistema?

a) A molaridade da solução aumentará a medida que prosseguir a ebulição.

b) A solução entrará em ebulição quando a sua pressão de vapor for igual á pressão ambiente.

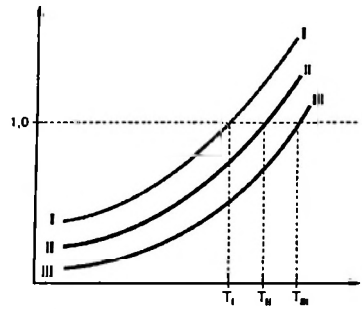
c) A temperatura de início de ebulição é maior do que a da pura.
d) A temperatura aumenta á medida que a ebulição prossegue.
e) A composição do vapor desprendido é a mesma da solução residual.

06 (ITA) Qual das soluções abaixo deve ter maior pressão osmótica?
a) 0,010 M de ácido acético.
b) 0,010 M de cloreto de etila.
c) 0,010 M de ácido clorídrico
d) 0,010 M de cloreto de rubídio.
e) 0,010 M de cloreto de magnésio.

07 (ITA) Quando dizemos que o ar tem 15% de umidade relativa, queremos dizer que neste ar:
a) 15% das moléculas são de água
b) 15% da massa são de água
c) a pressão parcial do vapor de água é 15% da pressão total
d) a pressão parcial do vapor de água é 0,15 × 760 mm Hg
e) a pressão parcial do vapor de água é 15% da pressão de vapor saturante para a temperatura em que se encontra o ar.

08 (ITA) Dois balões de vidro , **A** e **B**, de mesmo volume contêm ar úmido. Em ambos os balões a pressão e a temperatura são as mesmas, a única diferença sendo que no balão **A** ela é de apenas 70% enquanto que no balão **B** ela é apenas de 10% . Em relação ao conteúdo destes dois balões é **errado** afirmar que:
a) os dois balões contêm o mesmo número de moléculas.
b) os dois balões contêm a mesma quantidade de gás, expressa em mol.
c) no balão **B** há maior massa de nitrogênio.
d) no balão **A** há maior massa total de gás.
e) à quantidade (mol) e a massa (grama) de vapor de água são maiores no balão **A**.

09 O gráfico abaixo representa a pressão de vapor (eixo das ordenadas), em **atm**, em função da temperatura (eixo das abcissas), em **°C**, de três amostras, **I**, **II** e **III**. Se uma destas amostras for de água pura e as outras duas de água salgada, podemos afirmar que:



a) a amostra **I** é amostra de água salgada;
b) a amostra **I** é a mais volátil;
c) a amostra **II** é mais concentrada que a amostra **III**;
d) a amostra **I** é a menos volátil;
e) na temperatura T_{III} e 1 atm a amostra **II** ainda não entrou em ebulição.

10 (ARG) A que temperatura uma solução aquosa 1,00 mol/L de sacarose teria uma pressão osmótica de 1,00 atm? É razoável a resposta?

11 (ARG) Suponha que colocamos alguns microorganismos unicelulares em várias soluções aquosas de cloreto de sódio. Observamos que as células se mantêm sem perturbação em NaCl 0,7% em massa, enquanto que se encolhem em soluções mais concentradas e se expandem em soluções mais diluídas. Supondo que o NaCl se comporta como um eletrólito ***ideal*** 1:1, calcule a pressão osmótica do fluido aquoso dentro das células a 25 °C.

12 (ARG) Quando 0,154 g de enxofre finamente dividido se fundem com 4,38 g de cânfora (K_C = 40 K kg mol^{-1}), o ponto de congelamento deste último baixa 5,47 °C. Qual é a fórmula molecular do enxofre, com base nesta medida crioscópica?

13 10 g de uma substância de massa molecular igual a 266 foram dissolvidos em 500 g de tetracloreto de carbono. Qual a temperatura de ebulição da solução, sob pressão normal?

Dados relativos ao tetracloreto de carbono puro	temperatura de ebulição	77 °C
	calor latente de vaporização	46 cal/g

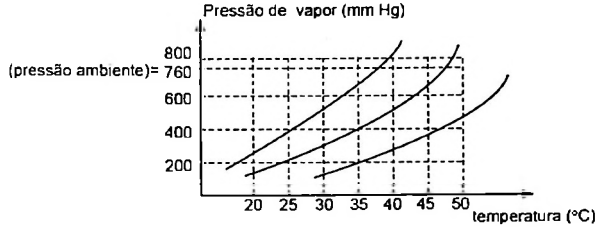
14 (ARG) Preparam-se quatro soluções aquosas de propanona, CH_3COCH_3, com concentrações distintas:

i. 0,100% em massa;
ii. 0,100 mol/L;
iii. 0,100 mol/(kg H_2O);
iv. $x(CH_3COCH_3) = 0,100$.

a) Em qual das soluções será mais alta a pressão parcial de H_2O a 25 °C no vapor que se encontra em equilíbrio com estas soluções?

b) Em qual das soluções a água terá o ponto de congelamento mais baixo? Qual será o valor?

15 O gráfico a seguir mostra a variação da pressão de vapor de três diferentes substâncias – **A**, **B** e **C** – em função da temperatura.



Analisando o gráfico, podemos concluir que:

a) **B** é mais volátil que **A** a 25 °C e a pressão ambiente.

b) **C** tem ponto de ebulição menor que **B** sob qualquer pressão.

c) se **B** for resfriado de 40 °C para 35 °C, a 400 mmHg, haverá condensação.

d) a 760 mmHg e 35 °C, **B** e **C** encontram-se em ebulição.

e) não há fase líquida de **A** a 30 °C e 400 mmHg.

16 (ITA) Cinco recipientes contêm cada um 500 gramas de água e, respectivamente, 1,0 grama de um dos sais, conforme as alternativas abaixo. Os recipientes são resfriados. Pergunta-se em qual deles o início de solidificação irá ocorrer em temperatura mais baixa:

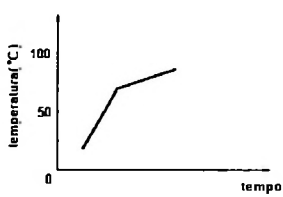
a) LiCl
b) KCl
c) NaBr
d) $MgCl_2$
e) Na_2SO_4

17 (ITA) Sabe-se que 1 mol de uma substância, dissolvidos em 1 kg de sulfeto de carbono, produz uma elevação de 2,40 °C na temperatura de ebulição do mesmo. Verificou-se que 2,40 g de um elemento, dissolvidos em 100 g daquele solvente, aumentaram sua temperatura de ebulição de 0,464 °C. Sabendo-se que o peso atômico desse elemento é 31, calcula-se que o número de átomos existentes na molécula do elemento dissolvido é:

a) 1
b) 2
c) 4
d) 6
e) 8

18 (ARG) A 0 °C e uma pressão de O_2 de 1,00 atm, a solubilidade do O_2 em água é 48,9 mL de O_2 por litro. Qual é a concentração do O_2 (mol/L) em uma solução aquosa saturada quando o O_2 está submetido a sua pressão parcial normal no ar (0,2095 atm)?

19 (ITA) Uma porção de certo líquido, contido numa garrafa térmica sem tampa, é aquecida por uma resistência elétrica submersa no líquido e ligada a uma fonte de potência constante. O que se nota é mostrado no gráfico a seguir.



Considerando o local onde a experiência é realizada, este líquido poderia ser:

a) Água pura e a experiência realizada acima do nível do mar.

b) Uma solução aquosa de um sal e a experiência realizada ao nível do mar.

c) Uma solução de água e acetona e a experiência realizada ao nível do mar.

d) Acetona pura e a experiência realizada ao nível do mar.
e) Água pura e a experiência realizada abaixo do nível do mar.

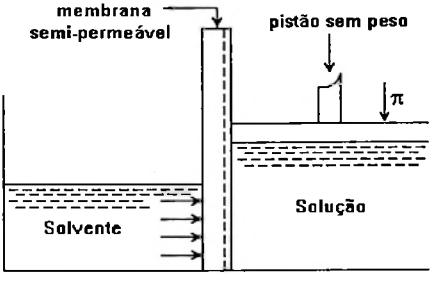
20 (ITA) Em uma amostra de água do mar dissolve-se um pouco de sacarose. Em relação à conseqüência deste acréscimo de sacarose, são feitas as seguintes afirmações:

I. A pressão de vapor da água diminui.
II. A pressão osmótica da solução aumenta.
III. A condutividade elétrica da solução permanece praticamente a mesma.
IV. A temperatura precisará descer mais para que possa começar a solidificação.
V. O grau de dissociação dos sais presentes na água do mar permanecerá praticamente o mesmo.

Das afirmações, estão **corretas**:

a) apenas I, II e III.
b) apenas II, III e IV.
c) apenas III, IV e V.
d) apenas II, III, IV e V.
e) todas.

21 (IME) A pressão osmótica de uma solução de poliisobutileno sintético em benzeno foi determinada a 25 °C. Uma amostra contendo 0,20 g de soluto por 100 cm^3 de solução subiu até uma altura de 2,4 mm quando foi atingido o equilíbrio osmótico. A massa específica da solução no equilíbrio é 0,88 g/cm^3.



Determine a massa molecular do poliisobuteno.

Dados: aceleração da gravidade = 9,8 m/s^2
1 $N/m^2 = 9{,}869 \times 10^{-6}$ atm
constante universal dos gases R = 0,082 (atm.L)/(mol.K)

22 (ITA) Qual das opções a seguir contém a seqüência **correta** de ordenação da pressão de vapor saturante das substâncias seguintes, na temperatura de 25 °C: CO_2; Br_2; Hg.

a) $pCO_2 > pBr_2 > pHg$
b) $pCO_2 \approx pBr_2 > pHg$
c) $pCO_2 \approx pBr_2 \approx pHg$
d) $pBr_2 > pCO_2 > pHg$
e) $pBr_2 > pCO_2 \approx pHg$

23 (ITA) A aparelhagem esquematizada na figura (1) é mantida a 25 °C. Inicialmente, o lado direito contém uma solução aquosa um molar em cloreto de cálcio, enquanto que o lado esquerdo contém uma solução aquosa um décimo molar do mesmo sal. Observe que a parte superior do lado direito é fechada depois da introdução da solução e é provida de um manômetro. No início de uma experiência as alturas dos níveis dos líquidos nos dois ramos são iguais, conforme indicados na figura, e a pressão inicial no lado direito é igual a uma atmosfera.

Mantendo a temperatura constante, à medida que passa o tempo, a pressão do ar confinado no lado direito irá se comportar de acordo com qual das curvas representadas na figura (2)?

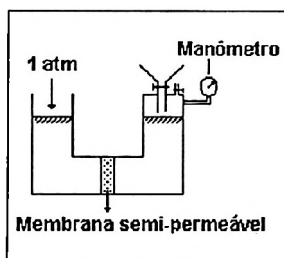


Figura 1

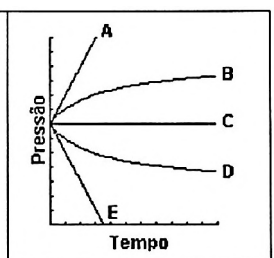


Figura 2

a) A.
b) B.
c) C.
d) D.
e) E.

24 (Unicamp) As informações contidas na tabela abaixo foram extraídas de rótulos de bebidas chamadas "energéticas", muito comuns atualmente.

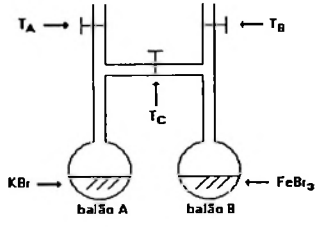
Cada 500 mL contém	
Valor energético	140 CAL
Carboidratos (sacarose)	35 g
Sais minerais	0,015 mols*
Proteínas	0 g
Lipídeos	0 g
*(valor calculado a partir do rótulo)	

A pressão osmótica (π) de uma solução aquosa de íons e/ou de moléculas pode ser calculada por $\pi = M \times R \times T$. Esta equação é semelhante àquela dos gases ideais. M é a concentração, em mol/L, de partículas (íons e moléculas) presentes na solução. O processo de osmose que ocorre nas células dos seres vivos, inclusive nas do ser humano, deve-se, principalmente, à existência da pressão osmótica. Uma solução aquosa 0,15 mol/L de NaCl é chamada de isotônica em relação às soluções contidas nas células do homem, isto é, apresenta o mesmo valor de pressão osmótica que as células do corpo humano. Com base nestas informações e admitindo R = 8,3 kPa x litro / mol x K:

a) Calcule a pressão osmótica em uma célula do corpo humano onde a temperatura é 37 °C.

b) A bebida do rótulo é isotônica em relação às células do corpo humano? Justifique. Considere que os sais adicionados são constituídos apenas por cátions e ânions monovalentes.

25 (ITA) Na figura a seguir, o balão A contém 1 litro de solução aquosa 0,2 mol/L em KBr, enquanto o balão B contém 1 litro de solução aquosa 0,1 mol/L de $FeBr_3$. Os dois balões são mantidos na temperatura de 25 °C. Após a introdução das soluções aquosas de KBr e de $FeBr_3$ as torneiras T_A e T_B são fechadas, sendo aberta a seguir a torneira T_C.



As seguintes afirmações são feitas a respeito do que será observado **após o estabelecimento do equilíbrio**.

I. A pressão osmótica das duas soluções será a mesma.

II. A pressão de vapor da água será igual nos dois balões.

III. O nível do líquido no balão A será maior do que o inicial.

IV. A concentração da solução aquosa de $FeBr_3$ no balão B será maior do que a inicial.

V. A molaridade do KBr na solução do balão A será igual à molaridade do $FeBr_3$ no balão B.

Qual das opções a seguir contém apenas as afirmações **corretas**?

a) I e II.
b) I, III e IV.
c) I, IV e V.
d) II e III.
e) II, III, IV e V.

26 (ITA) Motores de automóveis refrigerados a água normalmente apresentam problemas de funcionamento em regiões muito frias. Um desses problemas está relacionado ao congelamento da água de refrigeração do motor. Admitindo que não ocorra corrosão, qual das ações a seguir garantiria o maior abaixamento de temperatura do início do congelamento da água utilizada num sistema de refrigeração com capacidade de 4 (quatro) litros de água? Justifique.

a) Adição de 1 mol de glicerina na água.
b) Adição de 1 mol de sulfato de sódio na água.
c) Adição de 1 mol de nitrato de sódio na água.

27 (Unicamp) Evidências experimentais mostram que somos capazes, em média, de segurar por um certo tempo um frasco que esteja a uma temperatura de 60 °C, sem nos queimarmos. Suponha uma situação em que dois béqueres contendo cada um deles um líquido diferente (X e Y) tenham sido colocados sobre uma chapa elétrica de aquecimento, que está à temperatura de 100 °C. A temperatura normal de ebulição do líquido X é 50 °C e a do líquido Y é 120 °C.

a) Após certo tempo de contato com esta chapa, qual dos frascos poderá ser tocado com a mão sem que se corra o risco de sofrer queimaduras? Justifique a sua resposta.

b) Se a cada um desses frascos for adicionada quantidade igual de um soluto não volátil, mantendo-se a chapa de aquecimento a 100 °C, o que acontecerá com a temperatura de cada um dos líquidos? Explique.

28 (ITA) Algumas gotas de uma solução concentrada de ácido clorídrico foram adicionadas a 100 mL de uma solução aquosa de sacarose 0,10 mol/L. A solução resultante foi dividida em duas partes. A primeira foi imediatamente resfriada, anotando-se a temperatura T1 de início de solidificação. A segunda foi imediatamente colocada em banho-maria a 90°C, por um período de 24 horas. Após esse período, a segunda solução foi resfriada, anotando-se a temperatura T2 de início de solidificação. Considerando-se T0 a temperatura de solidificação da água pura, qual das opções a seguir está **correta**?

a) $(T0 - T1) \approx (T0 - T2)$
b) $(T0 - T1) \approx 2\ (T0 - T2)$
c) $2\ (T0 - T1) \approx (T0 - T2)$
d) $T1 \approx 2(T2)$
e) $2\ (T1) \approx T2$

29 (ITA) Considere que sejam feitas as seguintes afirmações em relação à pressão de vapor saturante de líquidos e/ou sólidos:

I. As pressões de vapor da água líquida e do gelo têm o mesmo valor a -10°C.

II. Tanto a pressão de vapor de líquidos como a de sólidos aumentam com o aumento da temperatura.

III. A pressão de vapor de um líquido depende das forças de interação intermoleculares.

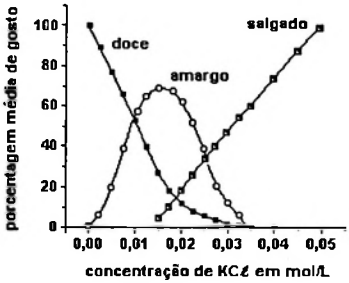
IV. No ponto triplo da água pura, a pressão de vapor do gelo tem o mesmo valor que a pressão de vapor da água líquida.

V. A pressão de um vapor em equilíbrio com o respectivo líquido independe da extensão das fases gasosa e líquida.

Qual das opções a seguir se refere a todas afirmações **corretas**?

a) I e II.
b) I e IV.
c) I, II, III e V.
d) II, III, IV e V.
e) I, II, III, IV e V.

30 (Unicamp) O cloreto de potássio é muitas vezes usado em dietas especiais como substituto de cloreto de sódio. O gráfico a seguir mostra a variação do sabor de uma solução aquosa de cloreto de potássio em função da concentração deste sal.



Ao se preparar uma sopa (1,5 litros), foi colocada a quantidade mínima de KCl necessária para se obter sabor "salgado", sem as componentes "amargo" e "doce".

a) Qual a quantidade, em gramas, de KCl adicionado a sopa?

b) Qual a pressão osmótica π, a 57 °C, desta solução de KCl?

$\pi = c\ R\ T$, onde c é a concentração de partículas em mol/L, $R = 0{,}082$ L atm K^{-1} mol^{-1}, T é a temperatura absoluta.

31 (Unicamp) Considere quatro garrafas térmicas contendo:

Garrafa 1: 20 gramas de água líquida e 80 gramas de gelo picado.

Garrafa 2: 70 gramas de solução aquosa 0,5 mol dm^{-3} em sacarose e 30 gramas de gelo picado.

Garrafa 3: 50 gramas de água líquida e 50 gramas de gelo picado.

Garrafa 4: 70 gramas de solução aquosa 0,5 mol dm^{-3} em NaCl e 30 gramas de gelo picado.

O conteúdo de cada garrafa está em equilíbrio térmico, isto é, em cada caso a temperatura do sólido é igual à do líquido.

a) Considere que as temperaturas T_1, T_2, T_3 e T_4 correspondem, respectivamente, às garrafas 1, 2, 3 e 4. Ordene essas temperaturas de maneira crescente usando os símbolos adequados dentre os seguintes: $>$, $<$, $\geq$, $\leq$, $=$.

b) Justifique a escolha da menor temperatura.

32 (ITA) Considere um copo contendo 50 mL de água pura em ebulição, sob pressão ambiente. A temperatura de ebulição da água diminuirá significativamente quando a este copo for(em) acrescentado(s)

a) 50 mL de água pura.

b) 50 mL de acetona.

c) 1 colher das de chá de isopor picado.
d) 1 colher das de chá de sal-de-cozinha.
e) 4 cubos de água pura no estado sólido.

33 (ITA) Um cilindro provido de um pistão móvel e mantido em temperatura constante contém éter etílico no estado líquido em equilíbrio com seu vapor. O pistão é movido lentamente de modo a aumentar o volume da câmara.

Com relação a este sistema são feitas as seguintes afirmações:

I. Atingido o novo equilíbrio entre o líquido e o vapor, a pressão dentro do cilindro diminui.

II. Atingido o novo equilíbrio entre o líquido e o vapor, o produto da pressão dentro do cilindro pelo volume da fase gasosa aumenta.

III. Quando não existir mais líquido dentro do cilindro, o produto da pressão pelo volume dentro do cilindro aumenta com o aumento do volume.

Destas afirmações estão **corretas**

a) apenas I. b) apenas II.
c) apenas III. d) apenas I e II.
e) apenas I e III.

34 (ITA) Sobre a temperatura de ebulição de um líquido são feitas as afirmações:

I. Aumenta com o aumento da força da ligação química **intra**molecular.
II. Aumenta com o aumento da força da ligação química **inter**molecular.
III. Aumenta com o aumento da pressão exercida sobre o líquido.
IV. Aumenta com o aumento da quantidade de sólido dissolvido.

Estão **corretas**:

a) Apenas I e II b) Apenas I e IV.
c) Apenas III e IV. d) Apenas II, III e IV
e) Todas

TERMOQUÍMICA E TERMODINÂMICA

01 (ITA) Nitrato de amônio pode explodir porque a sua decomposição é exotérmica. Qual das opções abaixo contém a equação química, envolvendo este composto, que representa a reação mais **exotérmica**?

a) $NH_4NO_3(c) \rightarrow 2\ N(g) + 4\ H(g) + 3\ O(g)$.
b) $NH_4NO_3(c) \rightarrow NH_3(g) + HNO_3(g)$.
c) $NH_4NO_3(c) \rightarrow N_2(g) + H_2O(g) + H_2O_2(g)$.
d) $NH_4NO_3(c) \rightarrow N_2(g) + 2\ H_2O(g) + \frac{1}{2}\ O_2(g)$.
e) $NH_4NO_3(c) \rightarrow N2(c) + 2\ H_2(g) + \frac{1}{2}\ O_2(g)$.

02 (ITA) Dentre as opções seguintes assinale aquela que contém a afirmação **falsa** relativa ao comportamento de gases.

a) Para uma mesma temperatura e pressão iniciais, o calor específico sob volume constante é maior do que sob pressão constante.

b) A energia cinética média das moléculas é diretamente proporcional à temperatura e independe da pressão.

c) Na mesma pressão e temperatura, o ar úmido é menos denso que o ar seco.

d) No equilíbrio, a concentração de um gás dissolvido num líquido é diretamente proporcional à pressão parcial do referido gás na fase gasosa sobre o líquido.

e) Na expressão $V = V_0(1+\alpha\theta)$, relativa à dilatação isobárica de um gás, onde θ é a temperatura em graus Celsius, foi notado que $\alpha = (1/273)°C$, independentemente da natureza química do gás.

03 (ITA) Assinale qual das reações abaixo é a mais endoenergética.

a) $B_2(g) \rightarrow 2\ B(g)$.
b) $C_2(g) \rightarrow 2\ C(g)$.
c) $N_2(g) \rightarrow 2\ N(g)$.
d) $O_2(g) \rightarrow 2\ O(g)$.
e) $F_2(g) \rightarrow 2\ F(g)$.

04 (ITA) Numa garrafa térmica, de capacidade calorífica desprezível, são misturados um volume V_1 de uma solução aquosa 2 molar de ácido clorídrico com um volume V_2 de uma solução aquosa 1 molar de hidróxido de sódio. Antes da mistura, as duas soluções estavam

na mesma temperatura. Em qual das misturas abaixo haverá maior aumento de temperatura?

a) $V_1 = 0,10$ L, $V_2 = 0,20$ L.
b) $V_1 = 0,20$ L, $V_2 = 0,20$ L.
c) $V_1 = 0,40$ L, $V_2 = 0,40$ L.
d) $V_1 = 0,20$ L, $V_2 = 0,10$ L.
e) $V_1 = 0,40$ L, $V_2 = 0,20$ L.

05 (ITA) Esta questão se refere à comparação do efeito térmico verificado ao se misturarem 100 cm^3 de solução aquosa 0,10 mol/L de cada um dos ácidos abaixo com 100 cm^3 de solução aquosa 0,10 mol/L de cada uma das bases abaixo. A tabela a seguir serve para deixar clara a notação empregada para designar os calores desprendidos.

	HCl	HNO_3	ácido acético
NaOH	$\lvert\Delta H_{11}\rvert$	$\lvert\Delta H_{12}\rvert$	$\lvert\Delta H_{13}\rvert$
KOH	$\lvert\Delta H_{21}\rvert$	$\lvert\Delta H_{22}\rvert$	$\lvert\Delta H_{23}\rvert$
NH_4OH	$\lvert\Delta H_{31}\rvert$	$\lvert\Delta H_{32}\rvert$	$\lvert\Delta H_{33}\rvert$

Lembrando que o processo de dissociação de eletrólitos fracos é endotérmico, é correto esperar que:

a) $\lvert\Delta H_{33}\rvert$ seja o maior dos $\lvert\Delta H\rvert$ citados.
b) $\lvert\Delta H_{11}\rvert = \lvert\Delta H_{13}\rvert$.
c) $\lvert\Delta H_{23}\rvert = \lvert\Delta H_{33}\rvert$.
d) $\lvert\Delta H_{31}\rvert = \lvert\Delta H_{32}\rvert$.
e) $\lvert\Delta H_{21}\rvert > \lvert\Delta H_{22}\rvert$.

06 (Unicamp) Quantidades diferentes de entalpia são envolvidas na combustão do etanol, C_2H_5OH, e etileno, C_2H_4, como mostram as equações I e II:

I. $C_2H_5OH(l) + 3\ O_2(g) = 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(l)$; $\Delta H = -1368$ kJ/mol de etanol

II. $C_2H_4(g) + 3\ O_2(g) = 2\ CO_2(g) + 2\ H_2O(l)$; $\Delta H = -1410$ kJ/mol de etileno

Sob condições adequadas, é possível obter etanol a partir da reação representada pela equação III:

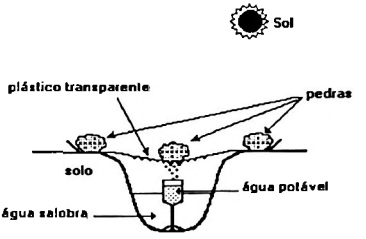
III. $C_2H_4(g) + H_2O(l) = C_2H_5OH(l)$

a) Qual é a variação da entalpia envolvida por mol de C_2H_4 consumido na reação III?

b) Essa reação absorve ou libera calor? Explique.

c) Sabendo-se que a entalpia de formação da $H_2O(l)$ é -286 kJ/mol e que a do $C_2H_4(g)$ é 52 kJ/mol, calcule a entalpia de formação por mol de $C_2H_5OH(l)$.

07 (Unicamp) A figura adiante mostra o esquema de um processo usado para a obtenção de água potável a partir de água salobra (que contém alta concentração de sais). Este "aparelho" improvisado é usado em regiões desérticas da Austrália.



a) Que mudanças de estado ocorrem com a água, dentro do "aparelho"?

b) Onde, dentro do "aparelho", ocorrem estas mudanças?

c) Qual destas mudanças absorve energia e de onde esta energia provém?

08 (ITA) Em um calorímetro adiabático, com capacidade térmica desprezível, são introduzidos, sob pressão constante de 1 atm, um volume V_1 de solução aquosa 1,0 molar de ácido clorídrico e um volume V_2 de solução aquosa 1,0 molar de hidróxido de sódio. A reação que ocorre é aquela representada pela equação química:

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l).$$

As misturas efetuadas são as seguintes:

I. $V_1 = 100$ mL e $V_2 = 100$ mL e observa-se um aumento de temperatura ΔT_1 .

II. $V_1 = 50$ mL e $V_2 = 150$ mL e observa-se um aumento de temperatura ΔT_2.

III. $V_1 = 50$ mL e $V_2 = 50$ mL e observa-se um aumento de temperatura ΔT_3.

Com relação ao efeito térmico que se observa, é **correto** prever que:

a) $\Delta T_1 \approx \Delta T_3 > \Delta T_2$.
b) $\Delta T_1 > \Delta T_2 \approx \Delta T_3$.
c) $\Delta T_1 \approx \Delta T_2 \approx \Delta T_3$.
d) $\Delta T_1 > \Delta T_2 > \Delta T_3$.
e) $\Delta T_1 > \Delta T_3 > \Delta T_2$.

09 (ITA) Sob 1 atm e 25°C, qual das reações a seguir equacionadas deve ser a mais exotérmica?

a) $H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2\ HF(g)$
b) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2\ HCl(g)$
c) $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2\ HI(g)$
d) $Br_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2\ BrI(g)$
e) $Cl_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2\ ClBr(g)$

10 (Unicamp) A Lei Periódica observada por Mendeleyev permitiu prever propriedades macroscópicas de elementos e de compostos desconhecidos. Mais tarde verificou-se que propriedades como comprimento e entalpia de ligações covalentes também são propriedades relacionadas com a periodicidade.

A seguir estão parcialmente tabelados os comprimentos e as energias de ligações das moléculas dos haletos de hidrogênio:

Haleto de hidrogênio	Comprimento da ligação em pm (picometros)	Entalpia de ligação em kJ/mol
H - F	92	-
H - Cl	127	431
H - Br	141	-
H - I	161	299

Com base nos valores tabelados estime as energias de ligação do H - F e do H - Br mostrando claramente como você percebeu.

11 (Unicamp) A variação de entalpia de uma reação na fase gasosa, ΔH_r, pode ser obtida indiretamente por duas maneiras distintas:

1) pelas diferenças entre as entalpias de formação, ΔH_f, dos produtos e dos reagentes;

2) pela diferença entre as entalpias de ligação, ΔH_l, das ligações rompidas e das ligações formadas.

Considerando a reação e as tabelas a seguir:

$$CH_4(g) + Cl_2(g) \leftrightarrows H_3CCl(g) + HCl(g)$$

Substância	CH_4	Cl_2	H_3CCl	HCl
ΔH_f em kJ . mol^{-1}	-75	0	-	-92

Ligação	$H_3C - H$	Cl - Cl	$H_3C - Cl$	H - Cl
ΔH_l em kJ . mol^{-1}	435	242	452	431

a) Determine o valor de ΔH_r.
b) Calcule a entalpia de formação para o $H_3CCl(g)$.

12 (Unicamp) Um botijão de gás de cozinha, contendo butano, foi utilizado em um fogão durante um certo tempo, apresentando uma diminuição de massa de 1,0 kg. Sabendo-se que:

$$C_4H_{10}(g) + 6{,}5\ O_2(g) = 4\ CO_2(g) + 5\ H_2O(g) \quad \Delta H = -2900\ kJ/mol.$$

a) Qual a quantidade de calor que foi produzida no fogão devido à combustão do butano?
b) Qual o volume, a 25 °C e 1,0 atm, de butano consumido?

Dados: o volume molar de um gás ideal a 25 °C e 1,0 atm é igual a 24,5 litros
massas atômicas relativas: C = 12; H = 1

13 (Unicamp) Por "energia de ligação" entende-se a variação de entalpia (ΔH) necessária para quebrar um mol de uma dada ligação. Este processo é sempre endotérmico ($\Delta H > 0$). Assim, no processo representado pela equação

$$CH_4(g) = C(g) + 4\ H(g); \quad \Delta H = 1663\ kJ/mol,$$

são quebrados 4 mols de ligações C - H, sendo a energia de ligação, portanto, 416 kJ/mol.

Sabendo-se que no processo

$$C_2H_6(g) = 2\ C(g) + 6\ H(g); \quad \Delta H = 2826\ kJ/mol$$

são quebradas ligações C - C e C - H, qual o valor da energia de ligação C - C? Indique os cálculos com clareza.

14 (ITA) Considere as informações contidas nas equações termoquímicas mostradas a seguir, todas referentes à temperatura de 25 °C e pressão de uma atmosfera:

1. $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g) \quad \Delta H_1 = 44{,}0\ kJ/mol$
2. $H_3CH_2OH(l) \rightarrow CH_3CH_2OH(g) \quad \Delta H_2 = 42{,}6\ kJ/mol$
3. $CH_3CH_2OH(l) + 7/2\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(l) \quad \Delta H_3 = -1366{,}8\ kJ/mol$

4. $CH_3CH_2OH(l) + 7/2\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(g)\quad \Delta H_4 = ?$
5. $CH_3CH_2OH(g) + 7/2\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(l)\quad \Delta H_5 = ?$
6. $CH_3CH_2OH(g) + 7/2\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(g)\quad \Delta H_6 = ?$

Em relação ao exposto anteriormente, é **errado** afirmar que:

a) As reações representadas pelas equações 1 e 2 são endotérmicas.

b) As reações representadas pelas equações 3, 4, 5 e 6 são exotérmicas.

c) $\Delta H_4 = -1234{,}8$ kJ/mol.

d) $\Delta H_5 = -1324{,}2$ kJ/mol.

e) $\Delta H_6 = -1277{,}4$ kJ/mol.

15 (Unicamp) As informações contidas na tabela abaixo foram extraídas de rótulos de bebidas chamadas "energéticas", muito comuns atualmente.

Cada 500 mL contém	
Valor energético	140 CAL
Carboidratos (sacarose)	35 g
Sais minerais	0,015 mols*
Proteínas	0 g
Lipídeos	0 g
*(valor calculado a partir do rótulo)	

A unidade CAL utilizada para expressar o "valor energético", como especificado no rótulo, significa 1000 calorias. Essa unidade é obsoleta, e sua relação com a unidade recomendada de energia, o joule (J), é: 1 caloria = 4,184 J. Portanto, o valor energético escrito no rótulo equivale a 586 kJ (quilojoule).

Dados:

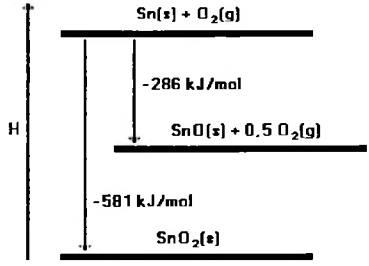
$$C_{12}H_{22}O_{11}(s) + 12\ O_2(g) = 12\ CO_2(g) + 11\ H_2O(l)$$

substância	massa molar (g/mol)	entalpia de formação (kJ/mol)
sacarose	342	-2222
$CO_2(g)$	44	-395
$H_2O(l)$	18	-285

a) Calcule, com base nos dados da tabela, o valor da variação de entalpia (ΔH), em kJ/mol, para a combustão da sacarose sólida formando dióxido de carbono gasoso e água líquida.

b) Considerando que a reação de combustão da sacarose anteriormente representada possa ser utilizada no cálculo do "valor energético", qual a contribuição da sacarose (carboidratos) para o "valor energético" da bebida (dar em porcentagem)?

16 (Unicamp) As variações de entalpia (ΔH) do oxigênio, do estanho e dos seus óxidos, a 298 K e 1 bar, estão representadas no diagrama:



Assim, a formação do SnO(s), a partir dos elementos, corresponde a uma variação de entalpia de -286 kJ/mol.

a) Calcule a variação de entalpia (ΔH_1) correspondente à decomposição do $SnO_2(s)$ nos respectivos elementos, a 298 K e 1 bar.

b) Escreva a equação química e calcule a respectiva variação de entalpia (ΔH_2) da reação entre o óxido de estanho (II) e o oxigênio, produzindo o óxido de estanho (IV), a 298K e 1 bar.

17 (ITA) Considere os valores das seguintes variações de entalpia (ΔH) para as reações químicas representadas pelas equações I e II, onde (graf) significa grafite.

I. $C(graf) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H$ (298 K; 1 atm) = -393 kJ

II. $CO(g) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\quad \Delta H$ (298 K; 1 atm) = -283 kJ

Com base nestas informações e considerando que todos ΔH se referem à temperatura e pressão citadas anteriormente, assinale a opção **correta**:

a) $C(graf) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow CO(g)$ $\quad \Delta H = +110$ kJ

b) $2\ C(graf) + O_2(g) \rightarrow 2\ CO(g)$ $\quad \Delta H = -110$ kJ

c) 2 C(graf) + 1/2 $O_2(g) \rightarrow C(graf) + CO(g)$ $\Delta H = +110$ kJ
d) 2 C(graf) + 2 $O_2(g) \rightarrow 2\ CO(g) + O_2(g)$ $\Delta H = +220$ kJ
e) C(graf) + $O_2(g) \rightarrow CO(g)$ + 1/2 $O_2(g)$ $\Delta H = -110$ kJ

18 (Unicamp) A hidrazina ($H_2N - NH_2$) tem sido utilizada como combustível em alguns motores de foguete. A reação de combustão que ocorre pode ser representada, simplificadamente, pela seguinte equação:

$$H_2N - NH_2(g) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2\ H_2O(g)$$

A variação de entalpia dessa reação pode ser estimada a partir dos dados de entalpia das ligações químicas envolvidas. Para isso, considera-se uma absorção de energia quando a ligação é rompida, e uma liberação de energia quando a ligação é formada. A tabela abaixo apresenta dados de entalpia por mol de ligações rompidas.

Ligação	Entalpia / kJ mol^{-1}
H - H	436
H - O	464
N - N	163
N = N	514
N ≡ N	946
C - H	413
N - H	389
O = O	498
O - O	134
C = O	799

a) Calcule a variação de entalpia para a reação de combustão de um mol de hidrazina.

b) Calcule a entalpia de formação da hidrazina sabendo-se que a entalpia de formação da água no estado gasoso é de -242 kJ mol^{-1}.

19 (Unicamp) Somos extremamente dependentes de energia. Atualmente, uma das mais importantes fontes de energia combustível é o petróleo. Pelo fato de não ser renovável, torna-se necessária a busca de fontes alternativas. Considere uma gasolina constituída apenas de etanol e de n-octano, com frações molares iguais. As entalpias de com-

bustão do etanol e do n-octano são -1368 e -5471 kJ/mol, respectivamente. A densidade dessa gasolina é 0,72 g/cm³ e a sua massa molar aparente, 80,1 g/mol.

a) Escreva a equação química que representa a combustão de um dos componentes dessa gasolina.

b) Qual a energia liberada na combustão de 1,0 mol dessa gasolina?

c) Qual a energia liberada na combustão de 1,0 litro dessa gasolina?

20 (Unicamp) – Agora sou eu que vou me deliciar com um chocolate – diz Naná. E continua: – Você sabia que uma barra de chocolate contém 7% de proteínas, 59% de carboidratos e 27% de lipídios e que a energia de combustão das proteínas e dos carboidratos é de 17 kJ/g e dos lipídios é 38 kJ/g aproximadamente?

a) Se essa barra de chocolate tem 50 g, quanto de energia ela me fornecerá?

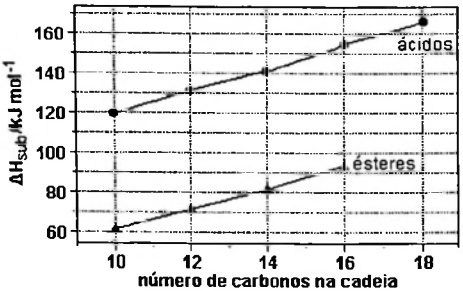
b) Se considerarmos o "calor específico" do corpo humano como 4,5 $J\ g^{-1}\ K^{-1}$, qual será a variação de temperatura do meu corpo se toda esta energia for utilizada para o aquecimento? O meu "peso", isto é, a minha massa, é 60 kg. Admita que não haja dissipação do calor para o ambiente.

– Naná, afinal estamos estudando Química ou Física? – protesta Chuá.

Naná responde: – Tanto faz. O conhecimento não tem fronteiras delimitadas. Quem as faz são as convenções humanas!

21 (Unicamp) Examinando os copos com restos de café e de café com leite, Rango observa que apenas o de café apresenta impressões digitais, as quais coincidem com as do guarda. – Estranho! – disse ele. – Este outro copo não apresenta impressões! Talvez alguém usando luvas... – Ou talvez uma criança! – emendou Estrondosa.

A observação de Estrondosa se baseou no fato de que a impressão digital de uma criança é composta principalmente por ácidos graxos (ácidos orgânicos) de cadeia contendo até 13 átomos de carbono, enquanto as dos adultos se compõem, principalmente, de ésteres contendo 32 átomos de carbono. O gráfico a seguir mostra a entalpia de sublimação de ésteres e de ácidos orgânicos em função do número de átomos de carbono na cadeia.



a) Considerando o mesmo número de átomos de carbono na molécula, os ácidos apresentam maior entalpia de sublimação. Que tipo de interação entre suas moléculas poderia justificar esse fato? Explique.

b) Determine a entalpia de sublimação do éster contendo 32 átomos de carbono, admitindo que as curvas se comportam do mesmo modo para moléculas contendo maior número de átomos de carbono.

22 (Unicamp) Observando o local do incêndio, nossos heróis perceberam que aquele não era o lugar ideal para guardar nem medicamentos, nem reagentes destinados ao laboratório de análises da empresa. Apesar disso, o local era considerado o mais seguro e, como também era refrigerado, fora o escolhido. Destruição geral! Como a explosão fora seguida de incêndio e de outras explosões, o teto e as janelas foram destruídos, e a chuva, apesar de ajudar a extinguir o fogo, também causou estragos. Examinando com cuidado o local, Rango observou várias garrafas e garrafões quebrados além de uma estante metálica caída e uma geladeira destruída... Preso aos cacos de um garrafão de 5 litros, pôde ler num rótulo: "Éter etílico". O volume do almoxarifado foi estimado em 82 metros cúbicos. - E se o éter de 5 garrafões, contendo 4 kg de éter, cada um, houvesse se evaporado naquela sala?... - perguntou-se Rango.

a) Considerando o conteúdo de cinco garrafões, qual a pressão parcial aproximada do éter ($C_4H_{10}O$) que evaporou no almoxarifado, supondo que ele tivesse se distribuído uniformemente e considerando as propriedades de gás ideal? Constante universal dos gases = 0,082 atm L K^{-1} mol^{-1}. Temperatura = 27 °C.

b) Se apenas 10% do vapor de éter tivesse se queimado, qual a energia liberada em joules?

Dado: $\Delta H = -2530\ kJmol^{-1}$ (combustão do éter).

23 (Unicamp) Os alimentos, além de nos fornecerem as substâncias constituintes do organismo, são também fontes de energia necessária para nossas atividades. Podemos comparar o balanço energético de um indivíduo após um dia de atividades da mesma forma que comparamos os estados final e inicial de qualquer processo químico.

O gasto total de energia (em kJ) por um indivíduo pode ser considerado como a soma de três usos corporais de energia:

1. gasto metabólico de repouso (4,2 kJ/kg por hora).
2. gasto energético para digestão e absorção dos alimentos, correspondente a 10% da energia dos alimentos ingeridos.
3. atividade física, que para uma atividade moderada representa 40% do gasto metabólico de repouso.

a) Qual seria o gasto energético total de um indivíduo com massa corporal de 60 kg, com atividade moderada e que ingere o equivalente a 7600 kJ por dia?

b) Considerando-se que 450 g de massa corporal correspondem a aproximadamente 15000 kJ, qual é o ganho (ou perda) deste indivíduo por dia, em gramas?

24 (Unicamp) Uma das grandes novidades em comunicação é a fibra óptica. Nesta, a luz é transmitida por grandes distâncias sem sofrer distorção ou grande atenuação. Para fabricar fibra óptica de quartzo, é necessário usar sílica de alta pureza, que é preparada industrialmente usando uma seqüência de reações cujas equações (não balanceadas) estão representadas a seguir:

I. $SiO_2(s) + C(s) \rightarrow Si(s) + CO_2(g)$

II. $Si(s) + Cl_2(g) \rightarrow SiCl_4(g)$

III. $SiCl_4(g) + O_2(g) \rightarrow SiO_2(s) + Cl_2(g)$

a) Na obtenção de um tarugo de 300 g de sílica pura, qual a quantidade de energia (em kJ) envolvida? Considere a condição padrão.

Dados de entalpia padrão de formação em $kJ\ mol^{-1}$:

$SiO_2(s) = -910 \quad CO_2(g) = -394 \quad SiCl_4(g) = -657$

b) Com a sílica produzida (densidade = 2,2 g cm^{-3}), foi feito um tarugo que, esticado, formou uma fibra de 0,06 mm de diâmetro. Calcule o comprimento da fibra esticada, em metros.

25 (Unicamp) Em alguns fogos de artifício, alumínio metálico em pó é queimado, libertando luz e calor. Este fenômeno pode ser representado como:

$$2\ Al(s) + 3/2\ O_2(g) \rightarrow Al_2O_3(s) \qquad \Delta H = -1653\ kJ/mol$$

a) Qual o volume de O_2 nas condições normais de temperatura e pressão, necessário para reagir com 1,0 g do metal?

b) Qual a quantidade de calor à pressão constante desprendida na reação de 1,0 g de alumínio?

Volume molar do gás ideal nas condições normais de temperatura e pressão = 22,4 litros.

26 (ITA) Um dos sistemas propelentes usados em foguetes consiste de uma mistura de hidrazina (N_2H_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Sabendo que o ponto triplo da hidrazina corresponde à temperatura de 2,0 °C e à pressão de 3,4 mm Hg, que o ponto crítico corresponde à temperatura de 380 °C e à pressão de 145 atm e que na pressão de 1 atm as temperaturas de fusão e de ebulição são iguais a 1,0 e 113,5 °C, respectivamente, pedem-se:

a) Um esboço do diagrama de fases da hidrazina para o intervalo de pressão e temperatura considerados neste enunciado.

b) A indicação, no diagrama esboçado no item a, de todos os pontos indicados no enunciado e das fases presentes em cada região do diagrama.

c) A equação química completa e balanceada que descreve a reação de combustão entre hidrazina e peróxido de hidrogênio, quando estes são misturados numa temperatura de 25 °C e pressão de 1 atm. Nesta equação, indique os estados físicos de cada substância.

d) O cálculo da variação de entalpia da reação mencionada em c.

Dados eventualmente necessários: variação de entalpia de formação (ΔH_f^0), na temperatura de 25 °C e pressão de 1 atm, referente a:

$N_2H_4(g)$: $\Delta H_f^0 = 95,4\ kJ\ mol^{-1}$.
$N_2H_4(l)$: $\Delta H_f^0 = 50,6\ kJ\ mol^{-1}$.
$H_2O_2(l)$: $\Delta H_f^0 = -187,8\ kJ\ mol^{-1}$.
$H_2O(g)$: $\Delta H_f^0 = -241,8\ kJ\ mol^{-1}$.

27 (ITA - 1996 - 33) Considere as duas amostras seguintes, ambas puras e a 25 °C e 1 atm:

P → 1 litro de propano (g)

B → 1 litro de butano (g)

Em relação a estas duas amostras são feitas as afirmações seguintes:

I. P é menos densa que B.

II. A massa de carbono em B é maior que em P.

III. O volume de oxigênio consumido na queima completa de B é maior que aquele consumido na queima completa de P.

IV. O calor liberado na queima completa de B é maior que aquele liberado na queima completa de P.

V. B contém um número total de átomos maior que P.

VI. B e P são mais densas que o ar na mesma pressão e temperatura.

Das afirmações anteriores são **corretas**:

a) Todas.
b) Nenhuma.
c) apenas I, II e III.
d) Apenas I, III e V.
e) Apenas II, IV e VI.

28 (IME) Uma fábrica, que produz cal ($Ca(OH)_2$), necessita reduzir o custo da produção para se manter no mercado com preço competitivo para seu produto.

A direção da fábrica solicitou ao departamento técnico o estudo da viabilidade de reduzir a temperatura do forno de calcinação de carbonato de cálcio, dos atuais 1500 K, para 800 K. Considerando apenas o aspecto termodinâmico, pergunta-se: o departamento técnico pode aceitar a nova temperatura de calcinação?

Em caso afirmativo, o departamento técnico pode fornecer uma outra temperatura de operação que proporcione maior economia?

Em caso negativo, qual é a temperatura mais econômica para operar o forno de calcinação?

Dados:

	$\Delta S°$ ($J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$)	$\Delta H°$ ($kJ \cdot mol^{-1}$)
$CaCO_3(s)$	92,9	-1206,9
$CaO(s)$	39,8	-635,1
$CO_2(g)$	213,6	-393,5

Observações: desconsidere a variação das propriedades com a temperatura.

CINÉTICA QUÍMICA

01 A reação representada pela equação abaixo é realizada segundo dois procedimentos:

$$NaHSO_4 + CH_3COONa \rightarrow CH_3COOH + Na_2SO_4$$

I. Triturando os reagentes sólidos.

II. Misturando soluções aquosas concentradas dos reagentes.

Utilizando mesma quantidade de $NaHSO_4$ e mesma quantidade de CH_3COONa nesses procedimentos, à mesma temperatura, a formação do ácido acético:

a) é mais rápida em II porque em solução a freqüência de colisões entre os reagentes é maior.

b) é mais rápida em I porque no estado sólido a concentração dos reagentes é maior.

c) ocorre em I e II com igual velocidade porque os reagentes são os mesmos.

d) é mais rápida em I porque o ácido acético é liberado na forma de vapor.

e) é mais rápida em II porque o ácido acético se dissolve na água.

02 O NOCl gasoso se decompõe, em determinadas condições, em NO e Cl_2 também gasosos. No estudo da cinética da decomposição do NOCl foram obtidos os seguintes dados:

[NOCl] (mol . L^{-1})	0,20	0,40	0,60
velocidade (mol . L^{-1} . s^{-1})	$1,60 \times 10^{-9}$	$6,40 \times 10^{-9}$	$1,44 \times 10^{-8}$

Indicar a alternativa que contém a expressão correta da velocidade e a constante de velocidade (k) para a reação de decomposição do NOCl.

a) $k.[NOCl]$; $k = 8 \times 10^{-9}\ s^{-1}$

b) $k.[NOCl].[NO].[Cl_2]$; $k = 8 \times 10^{-9}\ L . mol^{-1} . s^{-1}$

c) $k.[NOCl]^2.[NO]$; $k = 4 \times 10^{-8}\ s^{-1}$

d) $k.[NOCl]^2$; $k = 4 \times 10^{-8}\ L \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$

e) $k.[NOCl]^3$; $k = 4\ L \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$

03 A velocidade da reação

$$(CH_3CO)_2O + 2\ C_2H_5OH \rightarrow 2\ CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

é igual a $k.[(CH_3CO)_2O].[C_2H_5OH]^2$ sob certas condições. A reação é de:

a) ordem zero
b) 1ª ordem
c) 2ª ordem
d) 3ª ordem
e) 4ª ordem

04 Uma reação química, que é representada pela equação genérica: **A + B → produtos** apresenta a velocidade v_1 à temperatura de 20 °C; $v_1 = k.[A].[B]$. Qual será a sua velocidade v_2 a 50 °C, de acordo com a regra de Van't Hoff, mantidas as mesmas concentrações?

a) $v_2 = 5.k.[A].[B]$
b) $v_2 = 6.k.[A].[B]$
c) $v_2 = 7.k.[A].[B]$
d) $v_2 = 7{,}5.k.[A].[B]$
e) $v_2 = 8.k.[A].[B]$

05 Na reação representada por:

$$A + B \rightarrow C + D$$

uma elevação de temperatura provavelmente aumentará a velocidade de reação porque aumentará:

a) a freqüência de choques efetivos dos reagentes.
b) a pressão do sistema em reação.
c) o volume do sistema em reação.
d) a concentração dos reagentes.
e) a energia de ativação dos reagentes.

06 Quando se leva uma esponja de aço à chama de um bico de gás, a velocidade da reação de oxidação é tão grande que incendeia o material. O mesmo não ocorre ao se levar uma lâmina de aço à chama. Nessas experiências, o fator que determina a diferença de velocidades de reação é:

a) a pressão.
b) o catalisador.

c) o estado físico.
d) a concentração.
e) a superfície de contato.

07 Dados experimentais sobre a reação do brometo de t-butila com hidroxila, a 55 °C.

$$(CH_3)_3CBr + OH^- \rightarrow (CH_3)_3COH + Br^-$$

	concentrações iniciais (mol/L)		velocidade (mol . L^{-1} . s^{-1})
	$(CH_3)_3CBr$	OH^-	
1	0,10	0,10	0,0010
2	0,20	0,10	0,0020
3	0,30	0,10	0,0030
4	0,10	0,20	0,0010
5	0,10	0,30	0,0010

Assinale a opção que contém a expressão da velocidade dessa reação.

a) $v = k \cdot [(CH_3)_3 CBr]$
b) $v = k \cdot [OH^-]$
c) $v = k \cdot [(CH_3)_3 CBr]^2 \cdot [OH^-]$
d) $v = k \cdot [(CH_3)_3 CBr]^3 \cdot [OH^-]^2$
e) $v = k \cdot [(CH_3)_3 CBr] \cdot [OH^-]$

08 A reação de decomposição de NaClO realiza-se em duas etapas:

I. $2\ NaClO \rightarrow NaCl + NaClO_2$ (lenta)
II. $NaClO_2 + NaClO \rightarrow NaCl + NaClO_3$ (rápida)

A equação de velocidade desta decomposição é:

a) $v = k \cdot [NaClO_2]$
b) $v = k \cdot [NaClO_2] \cdot [NaClO]$
c) $v = k \cdot [NaClO_3]$
d) $v = k \cdot [NaCl] \cdot [NaClO_2]$
e) $v = k \cdot [NaClO]^2$

09 (IME) No estudo da cinética da reação

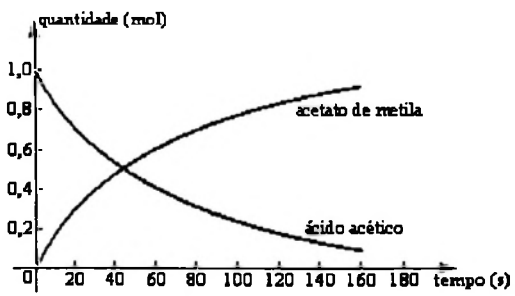
$$2\ NO(g) + H_2(g) \rightarrow N_2O(g) + H_2O(g)$$

ocorrendo à temperatura de 700 °C, foram obtidos os dados constantes da tabela abaixo:

C (concentração inicial) (mol . L^{-1})		V_0 (velocidade inicial) (mol . L^{-1} . s^{-1})
NO	H_2	
0,025	0,01	$2,4 \cdot 10^{-6}$
0,025	0,005	$1,2 \cdot 10^{-6}$
0,0125	0,01	$0,6 \cdot 10^{-6}$

Pede-se:
a) a ordem global da reação.
b) a constante de velocidade a esta temperatura.

10 (Unicamp) A cinética de consumo de ácido acético e formação de acetato de metila em função do tempo está representada neste gráfico:



A reação que se processa é:

$$CH_3COOH(aq) + CH_3OH(aq) \leftrightarrows CH_3COOCH_3(aq) + H_2O(l)$$

a) Quantos mols de ácido acético restam e quantos mols de acetato de metila se formam em 120 s de reação?
b) Após quanto tempo a quantidade de produtos passa a ser maior que a de reagentes?

11 (Unicamp) Observe os diagramas 1 e 2, que representam uma mesma reação química. Para cada curva do diagrama 1 há uma curva correspondente no diagrama 2. Quais curvas representam a reação na presença de um catalisador? Explique.

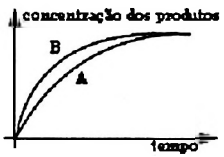


diagrama 1

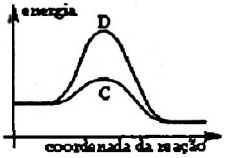
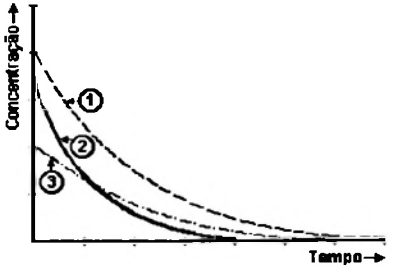


diagrama 2

12 (Unicamp) Soluções aquosas de água oxigenada, H_2O_2, decompõem-se dando água e gás oxigênio. A figura a seguir representa a decomposição de três soluções de água oxigenada em função do tempo, sendo que uma delas foi catalisada por óxido de ferro (III), Fe_2O_3.

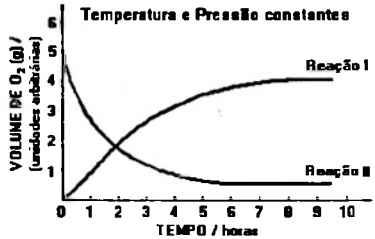


a) Qual das curvas representa a reação mais lenta? Justifique em função do gráfico.

b) Qual das curvas representa a reação catalisada? Justifique em função do gráfico.

13 (Unicamp) Numa reação que ocorre em solução (reação I), há o desprendimento de oxigênio e a sua velocidade pode ser medida pelo volume do $O_2(g)$ desprendido. Uma outra reação (reação II) ocorre nas mesmas condições, porém consumindo $O_2(g)$ e este consumo mede a

velocidade desta reação. O gráfico representa os resultados referentes às duas reações:

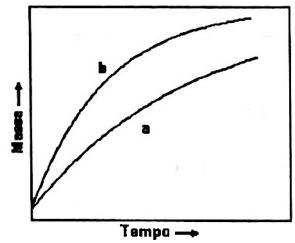


Considerando as duas horas iniciais, qual das reações tem velocidade de maior? Justifique sua resposta.

14 (IME) Uma mistura gasosa ideal de propano e ar é queimada a pressão constante, gerando 720 litros de CO_2 por hora, medidos a 20 °C. Sabe-se que o propano e o ar encontram-se em proporção estequiométrica.

Determine a velocidade média de reação da mistura em relação ao ar, considerando a composição do ar 21% de O_2 e 79% de N_2, em volume.

15 (Unicamp) O gráfico a seguir representa as variações das massas de um pequeno pedaço de ferro e de uma esponja de ferro (palha de aço usada em limpeza doméstica) expostos ao ar(mistura de nitrogênio, N_2, oxigênio, O_2, e outros gases além de vapor d'água).



a) Por que as massas da esponja e do pedaço de ferro aumentam com o tempo?

b) Qual das curvas diz respeito à esponja de ferro? Justifique.

16 (Unicamp) A equação a seguir representa, de maneira simplificada e incompleta, a formação de aldeídos na oxidação que ocorre em gorduras insaturadas, fenômeno responsável pelo aparecimento de gosto ruim (ranço), por exemplo na manteiga.

$$R - C = C - R \quad + \quad O_2 \quad = \quad R - C - H$$

a) Escreva a equação química completa.

Para evitar a deterioração dos alimentos, inclusive em função da reação anterior, muitas embalagens são hermeticamente fechadas sob nitrogênio ou sob uma quantidade de ar muito pequena. Além disso, nos rótulos de diversos produtos alimentícios embalados desta forma, encontram-se, freqüentemente, informações como:

- Validade: 6 meses da data de fabricação se não for aberto.
- Após aberto deve ser guardado, de preferência, em geladeira e consumido em até 5 dias.
- Contém antioxidante.

Pode-se dizer que o antioxidante é uma substância, colocada no produto alimentício, que reage "rapidamente" com oxigênio.

Baseando-se nas informações anteriores responda em termos químicos:

b) Por que este prazo de validade diminui muito após a abertura da embalagem?

c) Por que a recomendação de guardar o alimento em geladeira depois de aberto?

17 (ITA) Uma certa reação química é representada pela equação:

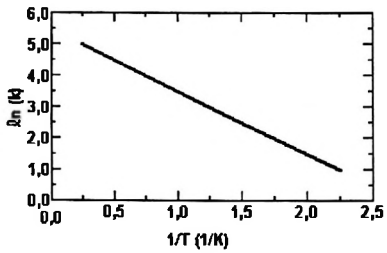
$$2\ A(g) + 2\ B(g) \rightarrow C(g)$$

onde **A**, **B** e **C** significam as espécies químicas que são colocadas para reagir. Verificou-se experimentalmente numa certa temperatura que a velocidade desta reação quadruplica com a duplicação da concentração da espécie **A**, mas não depende das concentrações das espécies **B** e **C**. Assinale a opção que contém, respectivamente, a expressão **correta** da velocidade e o valor **correto** da ordem da reação.

a) $v = k[A]^2[B]^2$ e 4
b) $v = k[A]^2[B]^2$ e 3
c) $v = k[A]^2[B]^2$ e 2
d) $v = k[A]^2$ e 4
e) $v = k[A]^2$ e 2

18 (ITA) Qual foi a contribuição de ARRHENIUS para o entendimento da cinética das reações químicas?

19 (ITA) A equação de Arrhenius $k = A\ e^{x}$, sendo o expoente $x = -Ea/R\ T$, mostra a relação de dependência da constante de velocidade (k) de uma reação química com a temperatura (T), em kelvin (K), a constante universal dos gases (R), o fator pré-exponencial (A) e a energia de ativação (Ea). A curva a seguir mostra a variação da constante de velocidade com o inverso da temperatura absoluta, para uma dada reação química que obedece à equação anterior. A partir da análise deste gráfico, assinale a opção que apresenta o valor da razão para essa reação.



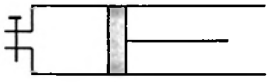
a) 0,42
b) 0,50
c) 2,0
d) 2,4
e) 5,5

20 (ITA) O cloreto de sulfurila, SO_2Cl_2, no estado gasoso, decompõe-se nos gases cloro e dióxido de enxofre em uma reação química de primeira ordem (análogo ao decaimento radioativo). Quantas horas demorará para que ocorra a decomposição de 87,5% de SO_2Cl_2 a 320 °C? Dados: constante de velocidade da reação de decomposição (a 320 °C) = $2{,}20 \times 10^{-5}\ s^{-1}$; ln 0,5 = -0,693.

a) 1,58
b) 8,75
c) 11,1
d) 26,3
e) 52,5

EQUILÍBRIO QUÍMICO

01 (ITA) Num cilindro com pistão móvel provido de torneira, conforme figura abaixo, se estabeleceu o equilíbrio:



$N_2O_4(g) \leftrightarrows 2\ NO_2(g)$; Kc

Mantendo a temperatura constante, pode-se realizar as seguintes modificações:

I) Reduzir o volume, por deslocamento do pistão.

II) Introduzir mais $NO_2(g)$ pela torneira, o pistão permanecendo fixo.

III) Introduzir mais $N_2O_4(g)$ pela torneira, o pistão permanecendo fixo.

IV) Introduzir argônio pela torneira, o pistão permanecendo fixo.

Qual ou quais alternativas abaixo irá ou irão provocar um deslocamento do equilíbrio para a esquerda, isto é, irá ou irão acarretar a **produção** de mais $N_2O_4(g)$ **dentro do cilindro?**

a) Apenas (I).
b) Apenas (III).
c) Apenas (I) e (II).
d) Apenas (II) e (IV).
e) Apenas (I), (II) e (III).

02 (ITA) A síntese de metanol a partir de gás de água e representada por

$$CO(g) + 2\ H_2(g) \leftrightarrows CH_3OH(g) \qquad \Delta H < 0$$

Com base no princípio de Le Chatelier é possível prever como se pode aumentar a quantidade de metanol, partindo de uma certa quantidade de monóxido de carbono. A alteração que **não** contribuiria para esse aumento é:

a) aumento da quantidade de hidrogênio a volume constante.
b) aumento da pressão pela introdução de argônio a volume constante.
c) diminuição da temperatura pelo resfriamento do sistema.
d) aumento da pressão pela redução do volume.
e) condensação do metanol à medida que ele se forma.

03 (ITA) Considere esta informação:

$$H_2(g) + I_2(g) \leftrightarrows 2\ HI(g) \qquad Kc = 50 \text{ (para } 500\ ^\circ C)$$

Olhando para ela, um aluno diz:

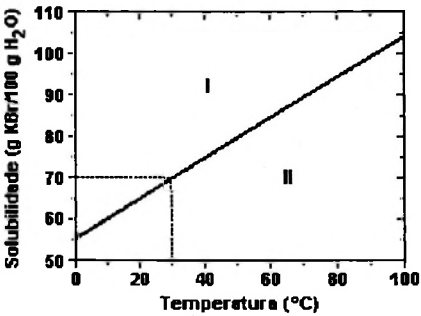
I. É impossível obter 2 mols de HI pela mistura de 1 mol de H_2 com 1 mol de I_2 a 500 °C.

II. Reagentes e produtos formam um sistema heterogêneo.

III. É impossível conservar HI puro a 500 °C.

Quais das afirmações do aluno são **corretas**?

04 (ITA) A figura abaixo mostra a curva de solubilidade do brometo de potássio (KBr) em água:



Baseando nas informações apresentadas na figura é **errado** afirmar que

a) a dissolução do KBr em água é um processo endotérmico.

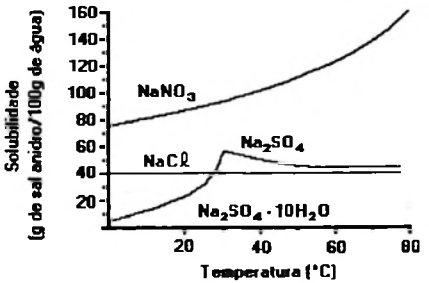
b) a 30 °C, a concentração de uma solução aquosa saturada em KBr é de aproximadamente 6 mol/kg (molal).

c) misturas correspondentes a pontos situados na região I da figura são bifásicas.

d) misturas correspondentes a pontos situados na região II da figura são monofásicas.

e) misturas correspondentes a pontos situados sobre a curva são saturadas em KBr.

05 (ITA) As notações $\Delta H_{dis,i}$ e $\Delta H_{hid,i}$ serão utilizadas, **respectivamente**, para representar as variações de entalpia molar de dissolução **e** de hidratação de espécie **i** em água.



Em relação à dissolução de um mol de sal em água, a 25 °C, é **errado** afirmar que:

a) hidratação de íons ocorre com liberação de calor.

b) $|\Delta Hhid, Na_2SO_4| > |\Delta Hhid, Na_2SO_4 . 10\,H_2O|$.

c) $\Delta Hdis, Na_2SO_4 . 10\,H_2O >$ **zero** enquanto $\Delta Hdis, Na_2SO_4 <$ **zero**.

d) $|\Delta Hdis, Na_2SO_4| > |\Delta Hdis, Na_2SO_4 . 10\,H_2O|$.

e) $|\Delta Hdis, NaNO_3| > |\Delta Hdis, NaCl|$.

06 (Unicamp) A reação de transformação do dióxido de carbono em monóxido de carbono, representada pela equação a seguir, é muito importante para alguns processos metalúrgicos.

$$C(s) + CO_2(g) = 2\,CO(g) \qquad \Delta H = 174\ kJ/mol\ de\ carbono$$

A constante de equilíbrio desta reação pode ser expressa, em termos de pressões parciais, como: $K = \dfrac{p^2(CO)}{p(CO_2)}$. Qual é o efeito sobre este equilíbrio quando:

a) adiciona-se carbono sólido?

b) aumenta-se a temperatura?

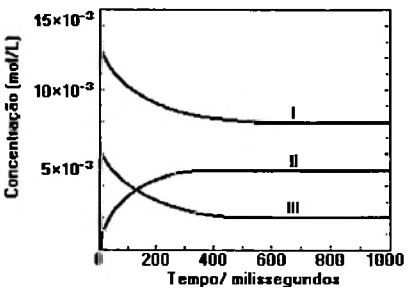
c) introduz-se um catalisador?

Justifique suas respostas.

07 (Unicamp) A reação de íons de ferro(III) com íons tiocianato pode ser representada pela equação:

$$Fe^{+3}(aq) + SCN^{-}(aq) = FeSCN^{+2}(aq)$$

Nesta reação a concentração dos íons varia segundo o gráfico a seguir, sendo a curva I correspondente ao íon $Fe^{+3}(aq)$.



a) A partir de que instante podemos afirmar que o sistema entrou em equilíbrio? Explique.

b) Calcule a constante de equilíbrio para a reação de formação do $FeSCN^{+2}(aq)$.

08 (ITA) Dentro de um forno, mantido numa temperatura constante, temos um recipiente contendo 0,50 mols de Ag(c), 0,20 mols de $Ag_2O(c)$ e oxigênio gasoso exercendo uma pressão de 0,20 atm. As três substâncias estão em equilíbrio químico. Caso a quantidade de $Ag_2O(c)$ dentro do recipiente, na mesma temperatura, fosse 0,40 mols, a pressão, em atm, do oxigênio no equilíbrio seria:

a) 0,10 b) 0,20

c) 0,40 d) $\sqrt{0,20}$

e) 0,80

09 (ITA) As opções a seguir se referem a equilíbrios químicos que foram estabelecidos dentro de cilindros providos de êmbolo. Se o volume interno em cada cilindro for reduzido à metade, a temperatura permanecendo constante, em qual das opções a seguir o ponto de equilíbrio será alterado?

a) $H_2(g) + I_2(g) \leftrightarrows 2\ HI(g)$

b) $CaCO_3(s) \leftrightarrows CaO(s) + CO_2(g)$

c) $PbS(s) + O_2(g) \leftrightarrows Pb(s) + SO_2(g)$

d) $CH_4(g) + 2\ O_2(g) \leftrightarrows CO_2(g) + 2\ H_2O(g)$

e) $Fe_2O_3(s) + 3\ CO(g) \leftrightarrows 2\ Fe(s) + 3\ CO_2(g)$

10 (Unicamp) O $CoCl_2$ é um sal de cor azul que se hidrata facilmente, passando a $CoCl_2 \cdot 2\ H_2O$, de cor rosa. Enfeites como "gatinhos", "galinhos" e outros bibelôs são recobertos com esse sal e mudam de cor em função da umidade do ar.

a) Escreva a equação química que representa o equilíbrio entre o sal anidro e o hidratado.

b) Indique qual a cor dos bibelôs em função do tempo úmido ou seco. Justifique.

11 (Unicamp) A constante de equilíbrio (K), a 100 °C, para o sistema gasoso representado a seguir, é menor que um (K < 1).

$$2\ HI(g) \leftrightarrows H_2(g) + I_2(g)$$

a) Escreva a expressão da constante de equilíbrio em função das pressões parciais dos gases envolvidos.

b) Em um recipiente previamente evacuado, a 100 °C, são misturados 1,0 mol de cada um dos três gases anteriores. Após algum tempo, o sistema atinge o equilíbrio. Como se alterou (aumentou, diminuiu ou permaneceu constante) a concentração de cada um dos três gases em relação à concentração inicial?

12 (Unicamp) Na alta atmosfera ou em laboratório, sob a ação de radiações eletromagnéticas (ultra-violeta, ondas de rádio, etc.), o ozônio é formado através da reação endotérmica:

$$3\ O_2 \leftrightarrows 2\ O_3$$

a) O aumento da temperatura favorece ou dificulta a formação do ozônio?

b) E o aumento da pressão?

Justifique as respostas.

13 (Unicamp) Num determinado ambiente encontrava-se um frasco fechado contendo os gases NO_2 (castanho) e N_2O_4 (incolor), que apresentam o equilíbrio assim equacionado:

$$2\ NO_2(g) \leftrightarrows N_2O_4(g) \qquad \Delta H < 0$$

(H = entalpia e $\Delta H < 0$ significa reação exotérmica)

Esse frasco, a seguir, foi colocado num segundo ambiente, observando-se uma diminuição da coloração castanha.

a) Escreva a expressão da constante de equilíbrio em função das pressões parciais dos gases envolvidos.

b) O que se pode afirmar com relação às temperaturas dos dois ambientes em que esteve o frasco? Justifique sua afirmação.

14 (ITA) Num recipiente de volume constante igual a 1,00 litro, inicialmente evacuado, foi introduzido 1,00 mol de pentacloreto de fósforo gasoso e puro. O recipiente foi mantido a 250 °C e no equilíbrio final foi verificada a existência de 0,47 mols de gás cloro. Qual das opções a seguir contém o valor aproximado da constante (Kc) do equilíbrio estabelecido dentro do cilindro e representado pela seguinte equação química:

$$PCl_5(g) \leftrightarrows PCl_3(g) + Cl_2(g)?$$

a) 0,179.
b) 0,22.
c) 0,42.
d) 2,38.
e) 4,52.

15 (ITA) Um cilindro provido de torneira contém uma mistura de $N_2O_4(g)$ e $NO_2(g)$. Entre estas substâncias se estabelece, rapidamente, o equilíbrio $N_2O_4(g) \leftrightarrows 2\ NO_2(g)$, $\Delta E >$ zero. Mantendo o volume (V) constante, a temperatura é aumentada de 27 para 57 °C.

Diante deste aumento de temperatura, re-estabelecido o equilíbrio, podemos concluir que a pressão total (Pt) vai:

a) Aumentar cerca de 10%.
b) Aproximadamente duplicar.
c) Permanecer aproximadamente constante.
d) Aumentar mais que 10%, sem chegar a duplicar.
e) Aumentar menos do que 10%, porém mais de 1%.

16 (Unicamp) O processo de dissolução do oxigênio do ar na água é fundamental para a existência de vida no planeta. Ele pode ser representado ela seguinte equação química:

$$O_2(g) + \infty\ H_2O(l) = O_2(aq) \qquad \Delta H = -11{,}7\ kJ\ mol^{-1}$$

Observação: o símbolo ∞ significa grande quantidade de substância.

a) Considerando que a altitude seja a mesma em que lago há mais oxigênio dissolvido: em um de águas a 10 °C ou em outro de águas a 25 °C? Justifique.

b) Considerando uma mesma temperatura, onde há mais oxigênio dissolvido, em um lago no alto da cordilheira dos Andes ou em outro em sua base? Justifique.

17 (Unicamp) Nas lâmpadas comuns, quando estão acesas, o tungstênio do filamento sublima, depositando-se na superfície interna do bulbo. Nas chamadas "lâmpadas halógenas" existe, em seu interior, iodo para diminuir a deposição de tungstênio. Estas, quando acesas, apresentam uma reação de equilíbrio que pode ser representado por:

$$W(s) + 3\ I_2(g) \leftrightarrows WI_6(g)$$

Na superfície do filamento (região de temperatura elevada), o equilíbrio está deslocado para a esquerda. Próximo à superfície do bulbo (região mais fria), o equilíbrio está deslocado para a direita.

a) Escreva a expressão para a constante de equilíbrio.

b) A formação do $WI_6(g)$, a partir dos elementos, conforme a equação acima, é exotérmica ou endotérmica? Justifique a resposta.

18 (ITA) Qual das opções a seguir contém a afirmação **correta** a respeito de uma reação química representada pela equação:

$$1\ A(aq) + 2\ B(aq) \leftrightarrows 1\ C(aq) \quad Kc(25\ ^\circ C) = 1{,}0 \quad \Delta H(25\ ^\circ C) > \text{zero}$$

a) O valor de Kc independe da temperatura.

b) Mantendo-se a temperatura constante (25 °C) Kc terá valor igual a 1,0 independentemente da concentração de **A** e/ou de **B**.

c) Como o valor da constante de equilíbrio não é muito grande, a velocidade da reação nos dois sentidos não pode ser muito grande.

d) Mantendo-se a temperatura constante (25 °C) a adição de água ao sistema reagente não desloca o ponto de equilíbrio da reação.

e) Mantendo-se a temperatura constante (25 °C) o ponto de equilíbrio da reação não é deslocado pela duplicação da concentração de **B**.

19 (ITA) A constante de equilíbrio da reação

$$H_2O(g) + Cl_2O(g) \leftrightarrows 2\ HOCl(g)$$

a 25 °C, é Kc = Kp = 0,0900. Recipientes fechados numerados de I até IV, e mantidos na temperatura de 25 °C, contêm somente as três espécies químicas gasosas envolvidas na reação anterior. Imediatamente

após cada recipiente ter sido fechado. as pressões e/ou as quantidades de cada uma destas substâncias, em cada um dos recipientes, são:

I. 5 mmHg de $H_2O(g)$; 400 mmHg de $Cl_2O(g)$ e 10 mmHg de HOCl(g).

II. 10 mmHg de $H_2O(g)$; 200 mmHg de $Cl_2O(g)$ e 10 mmHg de HOCl(g).

III. 1,0 mol de $H_2O(g)$; 0,080 mols de $Cl_2O(g)$ e 0,0080 mols de HOCl(g).

IV. 0,50 mols de $H_2O(g)$; 0,0010 mols de $Cl_2O(g)$ e 0,20 mols de HOCl(g).

É correto afirmar que:

a) Todos os recipientes contêm misturas gasosas em equilíbrio químico.

b) Todos os recipientes não contêm misturas gasosas em equilíbrio químico e, em todos eles, o avanço da reação se dá no sentido da esquerda para a direita.

c) A mistura gasosa do recipiente **III** não está em equilíbrio químico e a reação avança no sentido da esquerda para a direita.

d) A mistura gasosa do recipiente **IV** não está em equilíbrio químico e a reação avança no sentido da esquerda para a direita.

e) As misturas gasosas dos recipientes **I** e **II** não estão em equilíbrio químico e as reações avançam no sentido da direita para a esquerda.

20 (ITA) Um recipiente aberto contém água em equilíbrio com o ar atmosférico e está na temperatura ambiente. Com um tubo, passa-se a borbulhar através dessa água uma mistura de $N_2(g)$ e $O_2(g)$, em que a fração molar de ambos componentes é 0,50. Se for atingido o regime estacionário, decorrente deste borbulhamento, pode-se garantir que:

a) A constante de equilíbrio, Kc, da reação $N_2(g) \leftrightarrows N_2(aq)$ ficará igual a 1.

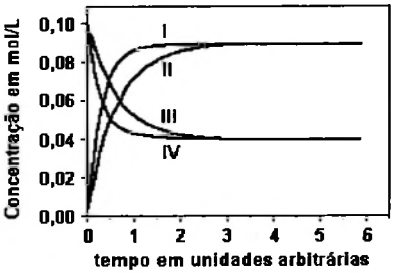
b) A concentração de $O_2(aq)$ diminuirá.

c) A concentração de $N_2(aq)$ aumentará.

d) A pressão de vapor da água aumentará.

e) A concentração de $CO_2(aq)$ diminuirá.

21 (Unicamp) A figura a seguir representa, sob o ponto de vista cinético, a evolução de uma reação química hipotética na qual o reagente **A** se transforma no produto **B**. Das curvas I, II, III e IV, duas dizem respeito à reação catalisada e duas, à reação não catalisada.



a) Quais das curvas representam as concentrações de **A** e de **B**, em função do tempo, para a reação não catalisada? Indique a curva que se refere à concentração de **A** e a curva que se refere à concentração de **B**.

b) Calcule o valor da constante de equilíbrio para a reação de transformação de **A** em **B**.

22 (ITA) Considere uma reação de esterificação do tipo exemplificada a seguir. A reação é realizada em um solvente (solv) capaz de manter dissolvidas todas as espécies químicas envolvidas.

$$CH_3COOH(solv) + C_3H_7OH(solv) \underset{\text{inverso}}{\overset{\text{direto}}{\rightleftharpoons}} CH_3COOC_3H_7(solv) + H_2O(solv)$$

Considere que em relação a esta reação química sejam feitas as seguintes afirmações:

I. A constante de equilíbrio não é muito diferente do valor unitário.

II. Os íons H^+(solv) são bons catalisadores para a reação no sentido direto.

III. Os íons H^+(solv) são bons catalisadores para a reação no sentido inverso.

IV. Para aumentar o rendimento da reação no sentido direto, o éster e/ou a água devem ser continuamente eliminados do sistema.

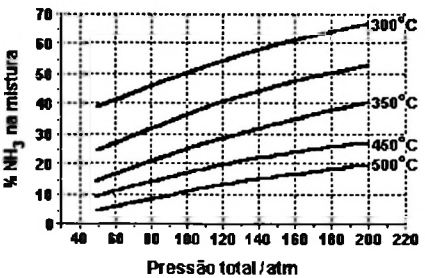
V. Se todos os coeficientes estequiométricos da equação anterior forem multiplicados por 2, o valor numérico da constante de equilíbrio aumentará.

Qual das opções a seguir se refere a todas afirmações **corretas**?

a) I, II, III, IV e V.
b) I, II, III e IV.
c) I, III e IV.
d) II, III e IV.
e) II, IV e V.

23 (Unicamp) A "revolução verde", que compreende a grande utilização de fertilizantes inorgânicos na agricultura fez surgir a esperança de vida para uma população mundial cada vez mais crescente e, portanto, mais necessitada de alimentos.

O nitrogênio é um dos principais constituintes de fertilizantes sintéticos de origem não orgânica. Pode aparecer na forma de uréia, sulfato de amônio, fosfato de amônio etc., produtos cuja produção industrial depende da amônia como reagente inicial. A produção de amônia, por sua vez, envolve a reação entre o gás nitrogênio e o gás hidrogênio. A figura a seguir mostra, aproximadamente, as porcentagens de amônia em equilíbrio com os gases nitrogênio e hidrogênio, na mistura da reação de síntese.



a) A reação de síntese da amônia é um processo endotérmico? Justifique.

b) Imagine que uma síntese feita à temperatura de 450 °C e pressão de 120 atm tenha produzido 50 toneladas de amônia até o equilíbrio. Se ela tivesse sido feita à temperatura de 300 °C e à pressão 100 atm, quantas toneladas a mais de amônia seriam obtidas? Mostre os cálculos.

c) Na figura, a curva não sinalizada com o valor de temperatura pode corresponder aos dados de equilíbrio para uma reação realizada a 400 °C na presença de um catalisador? Justifique.

24 (Unicamp) Íons como Cu^{2+}, Fe^{3+} e Fe^{2+}, presentes em certos alimentos, como por exemplo maionese, podem causar a sua deterioração através da formação de peróxidos. Para evitar este problema, em alguns alimentos industrializados pode ser adicionada uma substância que complexa (reage com) estes íons, impedindo a sua ação. Esta

substância, genericamente conhecida como "EDTA", é adicionada na forma de seu sal de sódio e cálcio.

A reação que ocorre entre os íons "indesejáveis" e o "EDTA" adicionado pode ser representada pela equação:

$$CaEDTA^{2-} + Me^{n+} = MeEDTA^{n-4} + Ca^{2+}$$

Os valores dos logaritmos das constantes de equilíbrio para as reações de complexação desses íons com EDTA são:

Me^{n+}	log Keq
Fe^{2+}	14,4
Cu^{2+}	18,8
Fe^{3+}	25,1

a) Qual dos íons Me^{n+} será removido com mais eficiência? Justifique.

b) Escreva a equação química que representa a reação entre $CaEDTA^{2-}$ e o íon escolhido no item a da questão.

25 (Unicamp) Cerca de 90% da crosta e do manto terrestres são formados por minerais silicáticos. Entender muitos processos geoquímicos significa conhecer bem o comportamento dessas rochas em todos os ambientes. Um caso particular desse comportamento na crosta é a solubilização da sílica (SiO_2) por água a alta temperatura e pressão. Esse processo de dissolução pode ser representado pela equação

$$SiO_2(s) + 2\ H_2O(aq) = H_4SiO_4(aq)$$

Em determinado pH a 300 °C e 500 atmosferas, a constante de equilíbrio para essa dissolução, considerando a água como solvente, é de 0,012.

a) Escreva a expressão da constante de equilíbrio para esse processo de dissolução.

b) Determine a concentração em g L^{-1} de H_4SiO_4 aquoso quando se estabelece o equilíbrio de dissolução nas condições descritas.

26 (IME) Em um recipiente fechado, que se encontrava completamente vazio, sob vácuo, foi colocada uma amostra de 10,0 g de PCl_5. Em seguida a amostra foi aquecida a 500 K, ocorrendo a decomposição do PCl_5, conforme a reação:

$$PCl_5(g) \leftrightarrows PCl_3(g) + Cl_2(g)$$

Sabendo que, no equilíbrio a pressão medida no recipiente foi de 1,551 atm e que todos os gases envolvidos são de comportamento ideal, calcule a constante de equilíbrio da reação de decomposição do PCl_5.

27 (IME) Num recipiente fechado, mantido a temperatura constante de 700 K, foram introduzidos 0,450 mol de dióxido de carbono e 0,450 mol de hidrogênio. Após certo tempo, estabeleceu-se o equilíbrio, aparecendo como espécies novas monóxido de carbono e vapor d'água. Foram então, adicionados 0,500 mol de uma mistura equimolecular dos reagentes. Calcule a nova composição de equilíbrio, sabendo-se que nestas condições Kc é 0,160.

28 (IME) A equação a seguir é representativa da reação de formação da amônia:

$$1/2\ N_2(g) + 3/2\ H_2(g) \leftrightarrows NH_3(g)$$

Deduza uma expressão para a constante de equilíbrio, K_p, desta reação, em função da pressão total da mistura reacional, P, e da pressão parcial da amônia, PNH_3 , considerando que os reagentes estão em quantidades estequiométricas.

29 (IME) A reação dada pela equação abaixo

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \leftrightarrows CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

tem constante de equilíbrio(K_c) igual a 4,00 à temperatura de 100 °C. Calcule as concentrações de equilíbrio em mol por litro de cada componente, partindo da condição inicial de 120,0 g de ácido acético e de 92,0 g de etanol.

30 (IME) Uma amostra de IBr, de massa 8,28 g, é aquecida a 227 °C em um recipiente de 0,250 L , decompondo-se parcialmente em iodo e bromo. Sabendo que, ao atingir o equilíbrio, em fase gasosa, a pressão parcial do bromo é de 3,08 atm, calcule o valor da constante de equilíbrio.

31 (IME) A 820 °C, as constantes de equilíbrio das reações:

$$CaCO_3(s) \leftrightarrows CaO(s) + CO_2(g) \quad (1)$$
$$CO_2(g) + C(s) \leftrightarrows 2\ CO(g) \quad (2)$$

valem $K_1 = 0,200$ e $K_2 = 2,00$.

Em um recipiente vazio de 22,4 L, mantido a 820 °C, introduz-se 1,00 mol de $CaCO_3$ e 1,00 mol de C.

a) Calcule a composição molar da mistura no equilíbrio.

b) Mantidas as mesmas condições (temperatura e quantidades de reagentes), calcule o menor volume, em litros, no qual a dissociação do $CaCO_3$ é total.

Observações dos autores: use as pressões em atmosferas;
considere estas constantes K1 e K2 como Kc.

32 (IME) Foram colocados n_1 mols de N_2O_4 num recipiente de volume constante a uma dada temperatura T. Ao se estabelecer o equilíbrio, segundo a equação

$$N_2O_4(g) \leftrightarrows 2\ NO_2(g)$$

20% do N_2O_4 estavam dissociados. A adição de mais n_2 mols de N_2O_4, à mesma temperatura, provocou uma variação na pressão total de equilíbrio de 2,14 atm, ficando o N_2O_4 apenas 10% dissociado. Determine o valor da constante de equilíbrio para esta reação, na temperatura T.

EQUILÍBRIO IÔNICO

01 (Unicamp) Indique, nas afirmações a seguir, o que é correto ou incorreto. Justifique sua resposta em poucas palavras.

"Uma solução aquosa de cloreto de hidrogênio apresenta o número de cátions H^+ igual aos ânions Cl^-. Portanto é eletricamente neutra e não conduz a eletricidade".

02 (Unicamp) Água pura é um mau condutor de corrente elétrica. O ácido sulfúrico puro (H_2SO_4) também é mau condutor. Explique o fato de uma solução diluída de ácido sulfúrico, em água, ser boa condutora de corrente elétrica.

03 (Unicamp) À temperatura ambiente o cloreto de sódio, NaCl, é sólido e o cloreto de hidrogênio, HCl, é um gás. Estas duas substâncias podem ser líquidas em temperaturas adequadas.

a) Por que, no estado líquido, o NaCl é um bom condutor de eletricidade, enquanto que, no estado sólido, não é?

b) Por que, no estado líquido, o HCl é um mau condutor de eletricidade?

c) Por que, em solução aquosa, ambos são bons condutores de eletricidade?

04 (ITA) Qual será o valor do pH de uma solução em que a concentração de íons H^+ é igual a $2,0 \times 10^{-4}$ mol/L?

a) 2,4 b) 3,0
c) 3,7 d) 4,0
e) 4,3

05 (ITA) Considere as duas soluções seguintes, ambas aquosas e a 25 °C:

I. 0,005 molar de hidróxido de bário
II. 0,010 molar de hidróxido de amônio

Estas soluções terão respectivamente os seguintes valores de pH:

	I	II
a)	pH ≈ 12	pH < 12;
b)	pH ≈ 12	pH ≈ 12;
c)	pH ≈ 12	pH > 12;

d) pH ≈ 0,010 pH < 0,010;
e) pH ≈ 2 pH > 2.

06 (ITA) A 60 °C o produto iônico da água, $[H^+] \times [OH^-]$, é igual a $1,0 \times 10^{-13}$. Em relação a soluções aquosas nesta temperatura são feitas as seguintes afirmações:

I. Soluções ácidas são aquelas que têm pH < 6,5.
II. Soluções neutras têm pH = 6,5.
III. Soluções básicas têm pH > 6,5.
IV. pH + pOH tem que ser igual a 13,0.
V. Solução com pH = 14 é impossível de ser obtida.

Das afirmações anteriores estão **corretas**:

a) Apenas V b) Apenas I e III
c) Apenas II, IV e V d) Apenas I, II, III e IV
e) Nenhuma

07 (ITA) Determine a massa de hidróxido de potássio que deve ser dissolvida em 0,500 mL de água para que a solução resultante tenha um pH ≈ 13 a 25 °C.

08 (Unicamp) As condições oxidativas/redutoras e de pH desempenham importantes papéis em diversos processos naturais. Desses dois fatores dependem, por exemplo, a modificação de rochas e a presença ou não de determinados metais em ambientes aquáticos e terrestres, disponíveis à vida. Ambos os fatores se relacionam fortemente à presença de bactérias sulfato-redutoras atuantes em sistemas anaeróbicos. Em alguns sedimentos, essas bactérias podem decompor moléculas simples como o metano, como está simplificadamente representado pela equação a seguir:

$$CH_4 + H_2SO_4 = H_2S + CO_2 + 2\ H_2O$$

a) Considerando o caráter ácido-base dos reagentes e produtos, assim como a sua força relativa, seria esperado um aumento ou diminuição do pH da solução onde a bactéria atua? Justifique.

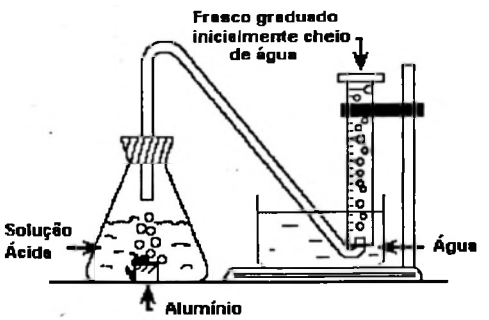
b) Nas condições padrão, esse processo seria endotérmico ou exotérmico? Justifique com o cálculo da variação de entalpia dessa reação nas condições padrão.

Dados:

Entalpias padrão de formação em kJ mol^{-1}:

$CH_4 = -75$ $H_2SO_4 = -909$ $H_2S = -21$ $CO_2 = -394$ $H_2O = -286$

09 (Unicamp) O alumínio é um dos metais que reagem facilmente com íons H^+, em solução aquosa, liberando o gás hidrogênio. Soluções em separado, dos três ácidos a seguir, de concentração 0,1 mol L^{-1}, foram colocadas para reagir com amostras de alumínio, de mesma massa e formato, conforme o esquema adiante:



ÁCIDOS:

Ácido acético	$Ka = 2 \times 10^{-5}$
Ácido clorídrico	Ka = muito grande
Ácido monocloro acético	$Ka = 1,4 \times 10^{-3}$

a) Em qual das soluções a reação é mais rápida? Justifique.

b) Segundo o esquema, como se pode perceber que uma reação é mais rápida do que outra?

10 (ITA) Dissolvendo-se 1,0 mol de ácido acético em água suficiente para obter 1,0 L de líquido, resulta uma solução que tem uma concentração de íons H^+ igual a $4,2 \times 10^{-3}$ mol/L. Com relação a esta solução é **falso** afirmar que:

a) a quantidade de ácido acético na forma molecular é $(1,0 - 4,2 \times 10^{-3})$ mol.

b) a quantidade de ânion acetato é $4,2 \times 10^{-3}$ mol.

c) ela se torna neutra (pH = 7) pela adição de $4,2 \times 10^{-3}$ mol de NaOH(c).

d) ela se torna alcalina (pH > 7) pela adição de 1,0 mol de NaOH(c).
e) ela se torna mais ácida pela adição de gotas de ácido sulfúrico concentrado.

11 (IME) A constante de ionização de um ácido monocarboxílico de massa molecular 60 é $4,0 \times 10^{-5}$. Dissolvem-se 6,0 g desse ácido em água até completar 1 litro de solução. Determine:
a) a concentração de H^+ na solução;
b) o pH da solução;
c) a expressão matemática da constante de ionização;
d) a concentração de H^+ se o ácido for totalmente dissociado;
e) a solução que neutralizará uma maior quantidade de NaOH, considerando duas soluções, de mesmo volume e de mesmo pH, do ácido monocarboxílico e de HCl.

12 (ITA) Juntando 1,0 litro de uma solução aquosa de HCl com pH = 1,0 a 10,0 litros de uma solução aquosa de HCl com pH = 6,0, qual das opções a seguir contém o valor de pH que mais se aproxima do pH de 11,0 litros da mistura obtida?
a) pH ≈ 0,6. b) pH ≈ 1,0.
c) pH ≈ 2,0. d) pH ≈ 3,5.
e) pH ≈ 6,0.

13 (Unicamp) O elemento cálcio reage violentamente com água produzindo gás hidrogênio. Um químico fez reagir 0,10 gramas de cálcio com 0,10 dm^3 de água. Depois que a reação terminou, ele adicionou mais água de modo a completar 0,5 dm^3 de solução.
a) Escreva a equação química da reação entre o cálcio e a água.
b) Calcule o pH da solução final.

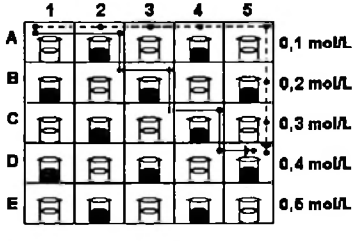
14 (ITA) Para qual das opções a seguir, o acréscimo de 1 mL de uma solução aquosa com 1 mol/L de HCl produzirá a maior variação relativa do pH?
a) 100 mL de H_2O pura.
b) 100 mL de uma solução aquosa 1 mol/L em HCl.
c) 100 mL de uma solução aquosa 1 mol/L em NaOH.
d) 100 mL de uma solução aquosa 1 mol/L em CH_3COOH.
e) 100 mL de uma solução aquosa contendo 1 mol/L de CH_3COOH e 1 mol/L de CH_3COONa.

15 (ITA) Quantos mols de ácido acético (HAc) precisam ser adicionados a 1,0 litro de água pura para que a solução resultante, a 25 °C, tenha o pH igual a 4,0? Sabe-se que nesta temperatura:

$$HAc(aq) \leftrightarrows H^+(aq) + Ac^-(aq);\ K_c = 1{,}8 \times 10^{-5}$$

Deixe claros os cálculos efetuados, bem como eventuais hipóteses simplificadoras.

16 (Unicamp) **"O Jogo das Soluções"** O quadro abaixo representa uma estante onde há béqueres que contêm o mesmo volume V de solução de HCl ou de NaOH (solução diferenciada pela tonalidade cinza, no desenho). As concentrações, em mol/L, são as mesmas numa mesma linha e estão indicadas ao lado do quadro.



Usando um béquer de volume suficientemente grande, pode-se nele misturar os conteúdos de vários béqueres do quadro.

a) Misturando-se todas as soluções que estão no caminho indicado pela linha tracejada, indo da posição A1 até a D5 inclusive, a solução final será ácida ou básica? Explique.

b) Qual será a concentração do ácido ou da base na solução final do item a?

c) Misturando-se todas as soluções que estão na seqüência indicada pela linha contínua, indo da A1 até a D5 inclusive, qual será o pH da solução final?

17 (Unicamp) A aspirina, medicamento antitérmico, analgésico e anti-inflamatório é, de certo modo, um velho conhecido da humanidade, já que a aplicação de infusão de casca de salgueiro, que contém salicina - produto com propriedades semelhantes às da aspirina -, re-

monta ao antigo Egito. A aspirina foi sintetizada pela primeira vez em 1853 e, ao final do século XIX, começou a ser comercializada.

Quando ingerimos uma substância qualquer, alimento ou remédio, a sua absorção no organismo pode se dar através das paredes do estômago ou do intestino. O pH no intestino é 8,0 e no estômago 1,5, aproximadamente. Um dos fatores que determinam onde ocorrerá a absorção é a existência ou não de carga iônica na molécula da substância. Em geral, uma molécula é absorvida melhor quando não apresenta carga, já que nessa condição ela se dissolve na parte apolar das membranas celulares. Sabe-se que o ácido acetilsalicílico (aspirina) é um ácido fraco, e que o p-aminofenol, um outro antitérmico, é uma base fraca.

a) Complete a tabela a seguir com as palavras **alta** e **baixa**, referindo-se às absorções relativas das substâncias em questão.

Local de absorção	Aspirina	p-aminofenol
estômago		
intestino		

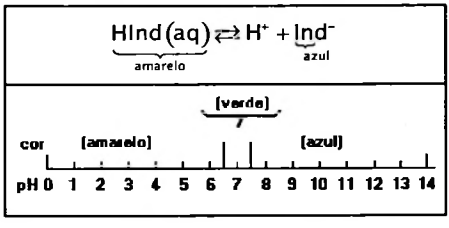
b) Sabendo-se que a p-hidroxiacetanilida (paracetamol), que também é um antitérmico, é absorvida eficientemente tanto no estômago quanto no intestino, o que pode ser dito sobre o caráter ácido-base dessa substância?

18 (Unicamp) Do repolho roxo pode-se extrair, por fervura com água, uma substância que é responsável pela sua coloração característica. Esta substância é um ânion de um ácido fraco cuja dissociação pode ser escrita como:

$$\underbrace{HR}_{\text{amarelo}} \rightleftarrows H^+ + \underbrace{R^-}_{\text{roxo}}$$

Utilizando este equilíbrio, explique por que a adição de vinagre ou limão (ácidos) a este extrato faz com que ele mude de cor.

19 (Unicamp) As propriedades de um indicador ácido-base estão esquematizadas na equação e na figura adiante:



Que cor apresentará este indicador quando adicionado em cada uma das soluções aquosas das seguintes substâncias:

a) ácido acético
b) amônia
c) acetato de sódio
d) cloreto de hidrogênio
e) cloreto de sódio

20 (Unicamp) Indicadores são substâncias que apresentam a propriedade de mudar de cor em função da acidez ou basicidade do meio em que se encontram. Em três experimentos diferentes, misturou-se uma solução aquosa de HCl com uma solução aquosa de NaOH. As soluções de ambos os reagentes apresentavam a mesma concentração (mol/L). Após a mistura acrescentou-se um determinado indicador, obtendo-se os seguintes resultados:

	reagentes	cor do indicador
Experimento 1	2 mL de HCl + 1 mL de NaOH	amarelo
Experimento 2	2 mL de HCl + 2 mL de NaOH	verde
Experimento 3	2 mL de HCl + 3 mL de NaOH	azul

a) Considerando estes três experimentos, que cor este indicador apresentará em contato com o suco de limão, que possui uma apreciável concentração de substâncias ácidas? Justifique.

b) Que cor apresentará o indicador se misturarmos os reagentes do experimento 1 com os reagentes do experimento 3? Justifique.

21 (Unicamp) Água pura, ao ficar em contato com o ar atmosférico durante um certo tempo, absorve gás carbônico, CO_2, o qual pode ser eliminado pela fervura. A dissolução do CO_2 na água doce pode ser representada pela seguinte equação química:

$$CO_2(g) + H_2O(l) \leftrightarrows HCO_3^-(aq) + H^+(aq)$$

O azul de bromotimol é um indicador ácido-base que apresenta coloração amarela em soluções ácidas, verde em soluções neutras e azul em soluções básicas. Uma amostra de água pura foi fervida e em seguida exposta ao ar durante longo tempo. A seguir, dissolveu-se nessa água o azul de bromotimol.

a) Qual a cor resultante da solução?

b) Justifique sua resposta.

22 (ITA) Um copo, com capacidade de 250 mL, contém 100 mL de uma solução aquosa 0,10 molar em ácido acético na temperatura de 25 °C. Nesta solução ocorre o equilíbrio

$$HOAc(aq) \leftrightarrows H^+(aq) + OAc^-(aq);\ K_c = 1{,}8 \times 10^{-5}.$$

A adição de mais 100 mL de água pura a esta solução, com a temperatura permanecendo constante, terá as seguintes conseqüências:

I. Concentração de íons acetato (mol/litro).

II. Quantidade de íons acetato (mol).

a) (I) vai aumentar, (II) vai aumentar.

b) (I) vai aumentar, (II) vai diminuir.

c) (I) fica constante, (II) fica constante.

d) (I) vai diminuir, (II) vai aumentar.

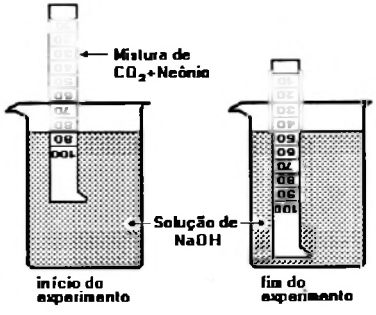
e) (I) vai diminuir, (II) vai diminuir.

23 (Unicamp) O gás carbônico, CO_2, é pouco solúvel em água. Esse processo de dissolução pode ser representado pela equação:

$$CO_2(g) + H_2O(l) = HCO_3^-(aq) + H^+(aq)$$

Essa dissolução é muito aumentada quando se adiciona NaOH na água. Para se determinar a quantidade de CO_2 em uma mistura desse gás com gás nobre neônio, foi realizado um experimento. O esquema

a seguir mostra o experimento e o resultado observado. A proveta está graduada em mililitros (mL).



Sabendo que não houve variação de temperatura durante o experimento e considerando desprezíveis a solubilidade do gás neônio em água e a pressão de vapor da água nessas condições:

a) como a presença de NaOH aumenta a dissolução do gás carbônico na água?

b) calcule a pressão parcial do CO_2 na mistura inicial, sabendo que a pressão ambiente é de 90 kPa (quilopascal).

24 (ITA) Numa solução aquosa 0,100 mol/L de um ácido monocarboxílico, a 25 °C, o ácido está 3,7% dissociado após o equilíbrio ter sido atingido. Assinale a opção que contém o valor correto da constante de dissociação desse ácido nesta temperatura.

a) 1,4
b) $1,4 \times 10^{-3}$
c) $1,4 \times 10^{-4}$
d) $3,7 \times 10^{-2}$
e) $3,7 \times 10^{-4}$

25 (ITA) Considere soluções aquosas diluídas de ácido acético, a 25°C, em equilíbrio. A equação a seguir, na qual HA significa ácido acético e A^- o íon acetato, representa este equilíbrio:

$$HA(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + A^-(aq) \; ; \; K_c = 1,8 \times 10^{-5}$$

Considerando um comportamento ideal das soluções e a notação $[H^+]$, $[A^-]$ e [HA] para representar as respectivas concentrações em mol/L e definindo

$$\alpha = \frac{[A^-]}{\{[A^-]+[HA]\}} \text{ e } C = \{[A^-]+[HA]\}$$

assinale a opção cuja afirmação está **errada**:

a) A pressão parcial do HA sobre a solução é proporcional ao produto $(1-\alpha)\times C$.

b) A condutividade elétrica é proporcional ao produto $\alpha \times C$.

c) O abaixamento da temperatura do início de solidificação no resfriamento é proporcional ao produto $(1+\alpha)\times C$.

d) O produto $\alpha \times C$ é uma função crescente de C.

e) Considerando também a dissociação iônica do solvente, conclui-se que a $[H^+]$ é menor do que a $[A^-]$.

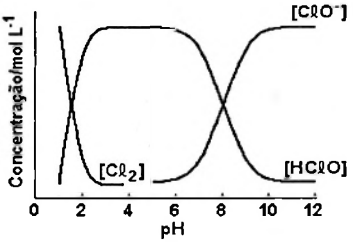
26 (ITA) Uma solução aquosa 0,15mol/L de um ácido fraco HX é isotônica com uma solução aquosa 0,20 mol/L de glicose. Qual é o grau de dissociação, $\alpha = \frac{[X^-]}{\{[X^-]+[HX]\}}$, do HX na solução 0,15 mol/L?

a) 1/4
b) 1/3
c) 1/2
d) 2/3
e) 1

27 (Unicamp) No tratamento da água, a fase seguinte à de separação é sua desinfecção. Um agente desinfetante muito usado é o cloro gasoso que é adicionado diretamente à água. Os equilíbrios químicos seguintes estão envolvidos na dissolução desse gás:

$$Cl_2(aq) + H_2O(aq) = HClO(aq) + H^+(aq) + Cl^-(aq) \quad (I)$$
$$HClO(aq) = ClO^-(aq) + H^+(aq) \quad (II)$$

A figura a seguir mostra a distribuição aproximada das concentrações das espécies químicas envolvidas nos equilíbrios acima em função do pH.



a) Levando em conta apenas as quantidades relativas das espécies químicas presentes nos equilíbrios acima, é correto atribuir ao $Cl_2(aq)$ a ação bactericida na água potável? Justifique.

b) Escreva a expressão da constante de equilíbrio para o equilíbrio representado pela equação II.

c) Calcule o valor da constante de equilíbrio referente à equação II.

28 (ITA) Numa solução aquosa de cloreto de amônio há:

a) mais íons H^+ que íons OH^-.

b) mais íons OH^- do que íons H^+.

c) o mesmo número de íons H^+ e íons OH^-.

d) não há íons H^+ nem íons OH^-.

e) o mesmo número de íons NH_4^+ e Cl^-.

29 (ITA) Considere as três soluções aquosas contidas nos frascos seguintes:

- Frasco 1: 500 mL de HCl 1,0 molar.
- Frasco 2: 500 mL de CH_3COOH 1,0 molar.
- Frasco 3: 500 mL de NH_4OH 1,0 molar.

Para a temperatura de 25 °C sob pressão de 1atm, são feitas as seguintes afirmações:

I. A concentração de íons H^+ no frasco 1 é aproximadamente 1,0 mol/litro.

II. A concentração de íons H^+ no frasco 2 é aproximadamente 1,0 mol/litro.

III. A concentração de íons OH^- no frasco 3 é aproximadamente 1,0 mol/litro.

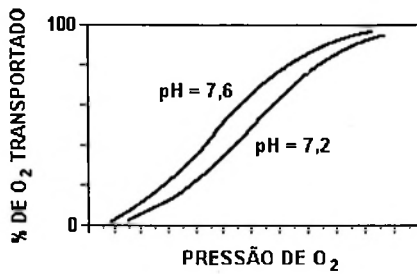
IV. A mistura de 100 mL do conteúdo do frasco 1 com igual volume do conteúdo do frasco 2 produz 200 mL de uma solução aquosa cuja concentração de íons H^+ é aproximadamente 2,0 mol/litro.

V. A mistura de 100 mL do conteúdo do frasco 1 com igual volume de conteúdo do frasco 3 produz 200 mL de uma solução aquosa cujo pH é menor do que sete.

Das afirmações anteriores estão **erradas** apenas:

a) I e V.
b) I, II e III.
c) II, III e IV.
d) III, IV, V.
e) IV e V.

30 (Unicamp) Alcalose e acidose são dois distúrbios fisiológicos caracterizados por alterações do pH no sangue: a alcalose corresponde a um aumento enquanto a acidose corresponde a uma diminuição do pH. Estas alterações de pH afetam a eficiência do transporte de oxigênio pelo organismo humano. O gráfico esquemático adiante mostra a porcentagem de oxigênio transportado pela hemoglobina, em dois pH diferentes em função da pressão do O_2.



a) Em qual dos dois pH há uma maior eficiência no transporte de oxigênio pelo organismo? Justifique.

b) Em casos clínicos extremos pode-se ministrar solução aquosa de NH_4Cl para controlar o pH do sangue. Em qual destes distúrbios (alcalose ou acidose) pode ser aplicado esse recurso? Explique.

31 (Unicamp) O ferro é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre. O íon ferro-III em solução aquosa é hidrolisado de acordo com a equação:

$$Fe^{3+}(aq) + 3\ H_2O(l) \leftrightarrows Fe(OH)_3(s) + 3\ H^+(aq)$$

a) Com base nesta equação, explique por que na água do mar (pH = 8) não há íons $Fe^{3+}(aq)$ presentes.

b) O que se pode dizer sobre as águas de determinados rios que são ricas em íons $Fe^{3+}(aq)$?

32 (Unicamp) Naná responde prontamente; afinal a danada é craque em Química. Veja só o experimento e as perguntas que ela propõe a Chuá:

- Quando em solução aquosa, o cátion amônio, NH_4^+, dependendo do pH, pode originar cheiro de amônia, em intensidades diferentes. Imagine três tubos de ensaio, numerados de 1 a 3, contendo, cada um, porções iguais de uma mesma solução de NH_4Cl. Adiciona-se, no tubo 1 uma dada quantidade de $NaCH_3COO$ e agita-se para que se dissolva totalmente. No tubo 2, coloca-se a mesma quantidade em mols de Na_2CO_3 e também se agita até a dissolução. Da mesma forma se procede no tubo 3, com a adição de $NaHCO_3$. A hidrólise dos ânions considerados pode ser representada pela seguinte equação:

$$X^{n-}(aq) + H_2O(l) = HX^{(n-1)-}(aq) + OH^-(aq)$$

Os valores das constantes das bases Kb para acetato, carbonato e bicarbonato são, na seqüência:
$5{,}6 \times 10^{-10}$, $5{,}6 \times 10^{-4}$ e $2{,}4 \times 10^{-8}$. A constante Kb da amônia é $1{,}8 \times 10^{-5}$.

a) Escreva a equação que representa a liberação de amônia a partir de uma solução aquosa que contém íons amônio.

b) Em qual dos tubos de ensaio se percebe cheiro mais forte de amônia? Justifique.

c) O pH da solução de cloreto de amônio é maior; menor ou igual a 7,0? Justifique usando equações químicas.

- Ô, Naná, você está querendo me estourar mas não vai conseguir. Lembro-me muito bem das explicações da nossa professora esclarecendo sobre equilíbrio em solução aquosa - fala Chuá.

33 (ITA) Calcule a solubilidade do cloreto de prata, AgCl, sabendo que seu produto de solubilidade é $1{,}80 \times 10^{-10}\ (mol/L)^2$.

34 (ITA) A massa molar do $Mg(OH)_2$ é 58,3 g/mol e seu produto de solubilidade em água é $4{,}6 \times 10^{-24}$ para 25 °C. Colocando excesso de hidróxido de magnésio sólido em contato com 1,0 litro de água pura, o máximo de $Mg(OH)_2$ que irá se dissolver neste volume de água, a 25 °C, será:

a) $\sqrt[3]{\frac{4,6\times10^{-24}}{4}}$ mol.

b) $\sqrt[3]{4,6\times10^{-24}}$ mol.

c) $\left(\frac{\sqrt[3]{4,6\times10^{-24}}}{58,3}\right)$ g.

d) $4,6\times10^{-24}$ mol.

e) $\left(\frac{4,6\times10^{-24}\times58,3}{3}\right)$ g.

35 (ITA) Em três frascos rotulados **A**, **B** e **C** e contendo 100 mL de água cada um, são colocados 0,1 mol, respectivamente, de hidróxido de potássio, hidróxido de cobre (II) e hidróxido de níquel (II). Após agitar o suficiente para garantir que todo soluto possível de se dissolver já esteja dissolvido, medem-se as condutividades elétricas das misturas. Obtém-se que as condutividades das misturas dos frascos **B** e **C** são semelhantes e muito menores do que a do frasco **A**.

Assinale a opção que contém a afirmação **falsa**.

a) Nos frascos **B** e **C**, a parte do hidróxido que está dissolvida encontra-se dissociada ionicamente.

b) Os hidróxidos dos copos **B** e **C** são bases fracas, porque nem toda quantidade dissolvida está dissociada ionicamente.

c) A condutividade elétrica da mistura do frasco **A** é a maior porque se trata de uma solução 1 molar de eletrólito forte.

d) Os três solutos são bases fortes, porém os hidróxidos de cobre (II) e de níquel (II) são pouco solúveis.

e) Soluções muito diluídas com igual concentração normal destes 3 hidróxidos deveriam apresentar condutividades elétricas semelhantes.

36 (ITA) A 25 °C, o produto de solubilidade, em água, do $PbSO_4$ é igual a $2,0\times10^{-8}$ e do $PbCrO_4$ é igual a $3,2\times10^{-14}$. Um copo de um litro contém 100 mL de uma solução aquosa 0,10 molar de $Pb(NO_3)_2$ nesta temperatura. A esta solução junta-se, gota-a-gota, sob constante agitação, uma solução que contém 0,020 mol/L de sulfato e 0,030 mol/L de cromato, o único cátion sendo de sódio. Continuando esta adição, o que pode precipitar primeiro: $PbSO_4(c)$ ou $PbCrO_4(c)$? Ou irá aparecer uma mistura destes dois sólidos? Neste último caso, qual a proporção de cada um dos sais precipitados?

37 (Unicamp) Para fazer exames de estômago usando a técnica de raios-X, os pacientes devem ingerir, em jejum, uma suspensão aquosa de sulfato de bário, $BaSO_4$, que é pouco solúvel em água. Essa suspensão é preparada em uma solução de sulfato de potássio, K_2SO_4, que está totalmente dissolvido e dissociado na água. Os íons bário, Ba^{2+}, são prejudiciais à saúde humana. A constante do produto de solubilidade do sulfato de bário em água a 25 °C é igual a $1,6 \times 10^{-9}$.

a) Calcule a concentração de íons bário dissolvidos numa suspensão de $BaSO_4$ em água.

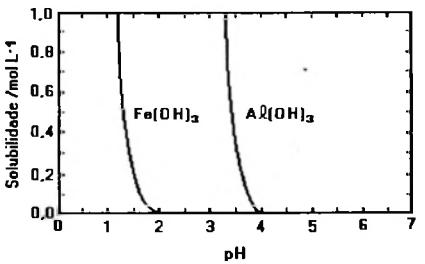
b) Por que, para a saúde humana, é melhor fazer a suspensão de sulfato de bário em uma solução de sulfato de potássio, do que em água apenas? Considere que o K_2SO_4 não é prejudicial à saúde.

38 (Unicamp) A presença do íon de mercúrio II, Hg^{2+}, em águas de rios, lagos e oceanos, é bastante prejudicial aos seres vivos. Uma das maneiras de se diminuir a quantidade de Hg^{2+} dissolvido é provocar a sua reação com o íon sulfeto já que a constante do produto de solubilidade do HgS é 9×10^{-52} a 25 °C. Trata-se portanto de um sal pouquíssimo solúvel. Baseando-se somente neste dado responda:

a) Que volume de água, em dm^3, seria necessário para que se pudesse encontrar um único íon Hg^{2+} em uma solução saturada de HgS?

b) O volume de água existente na Terra é de, aproximadamente, $1,4 \times 10^{21}$ dm^3. Esse volume é suficiente para solubilizar um mol de HgS? Justifique.

39 (Unicamp) A solubilidade de algumas substâncias pode ser alterada com o pH do meio. Um exemplo pode ser observado no gráfico a seguir, que representa a variação da solubilidade dos sólidos $Fe(OH)_3(s)$ e $Al(OH)_3(s)$ em função do pH. Assim, em pH = 2,5 tem-se $Fe(OH)_3(s)$ e em pH = 1,0, este hidróxido solubiliza-se.



a) Considere uma solução de $Al^{3+}(aq)$, de concentração 0,2 mol/L. A partir de que pH começará a haver precipitação do $Al(OH)_3(s)$?

b) Sugira um valor ou um intervalo de pH adequado para precipitar apenas uma das duas substâncias e diga qual será a substância a ser precipitada.

c) Adicionando-se 0,2 mol de cada um desses dois hidróxidos em 1,0 litro de água pura, será observada a solubilização dos mesmos? Justifique a sua resposta.

40 (ITA) Sabe-se que o processo de dissolução do $PbI_2(s)$ em água é endotérmico. Sobre o filtrado de uma solução aquosa de PbI_2 que estava originalmente em contato com seu corpo fundo ($PbI_2(s)$), na temperatura de 25 °C, são feitas as afirmações:

I. O filtrado é uma solução aquosa de PbI_2 onde concentração do íon $Pb^{2+}(aq)$ é igual à do íon $I^-(aq)$.

II. Espera-se que ocorra precipitação de PbI_2 se a temperatura do filtrado diminui para um valor menor do que 25 °C.

III. Se ao filtrado for adicionado um excesso de $PbI_2(s)$, aumentará tanto a concentração dos íons $I^-(aq)$ como dos íons $Pb^{2+}(aq)$.

IV. Se ao filtrado for adicionada uma solução saturada a 25°C de iodeto de potássio, a concentração de íons $I^-(aq)$ aumentará, enquanto a concentração de íons $Pb^{2+}(aq)$ diminuirá.

Estão **corretas**:

a) todas.
b) apenas I e III.
c) apenas I e IV.
d) apenas II e III.
e) apenas II e IV.

41 (ITA) A 25 °C o produto de solubilidade do $CaSO_4(s)$ em água é $2,4 \times 10^{-5}$ (a concentração de $Ca^{2+}(aq)$ na solução saturada é 5×10^{-3} mol/L). Num copo contendo 10 mL de uma solução aquosa 3×10^{-3} mol/L de cloreto de cálcio a 25 °C foram **adicionados**, gota a gota, 10 mL de uma solução aquosa 3×10^{-3} mol/L de sulfato de cálcio a 25 °C. Em relação às espécies químicas existentes, ou que podem passar a existir, no copo – **à medida que a adição avança** – é correto afirmar que:

a) A quantidade (mol) dos íons $Ca^{2+}(aq)$ diminuirá.

b) A concentração, em mol/L, dos íons $SO_4^{2-}(aq)$ diminuirá.

c) A concentração, em mol/L, dos íons $Ca^{2+}(aq)$ permanecerá constante.

d) A quantidade (mol) dos íons $SO_4^{2-}(aq)$ **diminuirá.**
e) Poderá precipitar a fase sólida $CaSO_4(s)$.

42 (ITA) Um recipiente contém 0,50 L de uma solução aquosa com as espécies químicas $Pb^{2+}(aq)$, $SCN^-(aq)$ e $Pb(SCN)_2(c)$. Estando o sistema em equilíbrio químico e a temperatura sendo constante, as concentrações das espécies químicas $Pb^{2+}(aq)$, $SCN^-(aq)$ e a quantidade de $Pb(SCN)_2(c)$ não variam com o tempo. Qual das opções a seguir só contém informação(ões) correta(s) a respeito desse sistema?

a) A adição de 0,30 g de $Pb(NO_3)_2(c)$ diminuirá a concentração de $Pb^{2+}(aq)$ no recipiente.

b) A adição de 0,30 g de $Pb(NO_3)_2(c)$ aumentará a concentração de $SCN^-(aq)$ no recipiente.

c) A adição de 0,60 g de $Pb(SCN)_2(c)$ manterá constantes as concentrações de $Pb^{2+}(aq)$ e $SCN^-(aq)$, e aumentará a quantidade de $Pb(SCN)_2(c)$.

d) A adição de 0,60g de $Pb(SCN)_2(c)$ aumentará as respectivas concentrações de $Pb^{2+}(aq)$ e $SCN^-(aq)$, sem aumentar a quantidade de $Pb(SCN)_2(c)$.

e) A adição de 0,60 g de $Pb(SCN)_2(c)$ aumentará a concentração de $Pb^{2+}(aq)$ e a quantidade de $Pb(SCN)_2(c)$ no recipiente.

43 (Unicamp) – Será então que poderia cair alguma questão ligada a Ecologia na prova de Química? – sugere Chuá.

– É uma boa! – responde Naná. – Veja aqui nesta notícia de jornal: Uma indústria foi autuada pelas autoridades por poluir um rio com efluentes contendo íons Pb^{2+}. O chumbo provoca no ser humano graves efeitos toxicológicos. Acho que uma boa pergunta estaria relacionada ao possível tratamento desses efluentes para retirar o chumbo. Ele poderia ser precipitado na forma de um sal muito pouco solúvel e, a seguir, separado por filtração ou decantação.

a)Considerando apenas a constante de solubilidade dos compostos a seguir, escreva a fórmula do ânion mais indicado para a precipitação do Pb^{2+}. Justifique.

	sulfato de chumbo	2×10^{-8}
Dados:	carbonato de chumbo	2×10^{-13}
	sulfeto de chumbo	4×10^{-28}

b) Se num certo efluente aquoso há 1×10^{-3} mol/L de Pb^{2+} e se a ele for adicionada a quantidade estequiométrica do ânion que você escolheu no item a, qual é a concentração final de íons Pb^{2+} que sobra neste efluente? Admita que não ocorra diluição significativa do efluente.

44 (Unicamp) - Que moleza! Está pensando o quê? Pergunta é a que vou lhe fazer agora! - vibra Naná. - Vamos falar um pouco de respiração.

- Respiração? - pergunta Chuá. - Mas estamos estudando Química ou Biologia?

- Pois é, mas os átomos e as moléculas não sabem disso, e as reações químicas continuam ocorrendo em todos os seres vivos - emenda Naná, continuando: - No corpo humano, por exemplo, o CO_2 dos tecidos vai para o sangue e o O_2 do sangue vai para os tecidos. Quando o sangue alcança os pulmões, dá-se a troca inversa. O sangue contém, também, substâncias que impedem a variação do pH, o que seria fatal ao indivíduo. Mesmo assim, pode ser observada pequena diferença de pH (da ordem de 0,04) entre o sangue arterial e o venoso.

a) Utilizando equações químicas explique onde se pode esperar que o pH seja um pouco mais baixo: no sangue arterial ou no venoso?

- Puxa! Nessa você me pegou. Mas vou resolver - diz Chuá.

Naná, porém, logo continua: - Quando em "repouso", liberamos nos pulmões, por minuto, cerca de 200 mL de dióxido de carbono oriundo do metabolismo, medida esta feita a temperatura ambiente (25 °C). Você está comendo pão que podemos considerar, numa simplificação, como sendo apenas um polímero de glicose ($C_6H_{12}O_6$). A massa dessa fatia é de aproximadamente 18 gramas.

Massa molar (g/mol): $C_6H_{12}O_6 = 180$

Volume molar dos gases a 25 °C = 24 litros

b) Seguindo esse raciocínio e admitindo, ainda, que a fatia se transforme em CO_2 e água, sendo o dióxido de carbono eliminado totalmente pela respiração, quantos minutos serão necessários para que ela seja "queimada" no organismo?

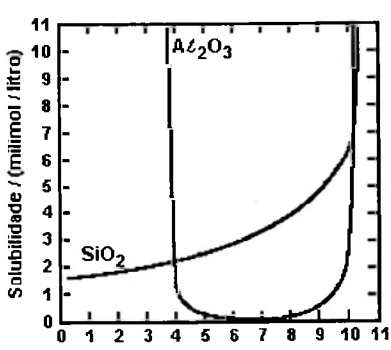
45 (Unicamp) Há uma certa polêmica a respeito da contribuição do íon fosfato consumido em excesso, para o desenvolvimento da doença chamada osteoporose. Esta doença se caracteriza por uma diminuição da absorção de cálcio pelo organismo, com conseqüente fragilização dos ossos. Sabe-se que alguns refrigerantes contêm quantidades apre-

ciáveis de ácido fosfórico, H_3PO_4, e dos ânions, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} e PO_4^{3-}, originários de sua dissociação (ionização). A diminuição da absorção do cálcio pelo organismo dever-se-ia à formação do composto fosfato de cálcio, que é pouco solúvel.

a) Sabe-se que $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{2-} são ácidos fracos, que o pH do estômago é aproximadamente 1 e que o do intestino é superior a 8. Nestas condições, em que parte do aparelho digestivo ocorre a precipitação do fosfato de cálcio? Justifique.

b) Escreva a equação química da reação entre os cátions cálcio e os ânions fosfato.

46 (Unicamp) Na superfície da Terra, muitos minerais constituintes de rochas sofrem transformações decorrentes das condições superficiais determinadas pelas chuvas, pelo calor fornecido pelo Sol e pela presença de matéria orgânica. Por exemplo, minerais de composição alumino-silicática poderão originar a bauxita (minério de alumínio rico em Al_2O_3), ou então, laterita ferruginosa (material rico em ferro), dependendo da retirada de sílica e a conseqüente concentração seletiva de óxidos de alumínio ou ferro, respectivamente. O gráfico representa as condições sob as quais se dá a solubilização em água da sílica (SiO_2) e da alumina (Al_2O_3) a partir desses minerais, em função do pH.



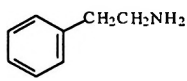
a) Considerando o gráfico, diga que substância predomina, em solução aquosa, sob as condições de pH 3.

b) E sob as condições de pH 8, que substância predomina em solução aquosa?

c) Em que faixa de pH a solubilização seletiva favorece a formação de material residual rico em Al_2O_3? Justifique.

d) A espécie H_4SiO_4 formada na dissolução do SiO_2, que também pode ser escrita como $Si(OH)_4$, em solução aquosa, apresenta caráter ácido ou básico? Justifique, usando as informações contidas no gráfico.

47 (Unicamp) A comunicação que ocorre entre neurônios merece ser destacada. É através dela que se manifestam as nossas sensações. Dentre as inúmeras substâncias que participam desse processo, está a 2-feniletilamina a qual se atribui o "ficar enamorado". Algumas pessoas acreditam que sua ingestão poderia estimular o "processo do amor" mas, de fato, isto não se verifica. A estrutura da molécula dessa substância está a seguir representada.



a) Considerando que alguém ingeriu certa quantidade de 2-feniletilamina, com a intenção de cair de amores, escreva a equação que representa o equilíbrio ácido-base dessa substância no estômago. Use fórmulas estruturais.

b) Em que meio (aquoso) a 2-feniletilamina é mais solúvel: básico, neutro ou ácido? Justifique.

48 (ITA) Num recipiente, mantido a 25 °C, misturam-se 50 mL de uma solução 5,0 milimol/L de HCl, 50 mL de água destilada e 50 mL de uma solução 5,0 milimol/L de NaOH. A concentração de íons H^+, em mol/L, na solução resultante é

a) $1,3 \times 10^{-11}$.
b) $1,0 \times 10^{-7}$.
c) $0,8 \times 10^{-3}$.
d) $1,0 \times 10^{-3}$.
e) $3,3 \times 10^{-3}$.

49 (ITA) A um béquer contendo 100 mL de ácido acético 0,10 mol/L, a 25 °C, foram adicionados 100 mL de água destilada. Considere que a respeito deste sistema sejam feitas as seguintes afirmações:

I. O número total de íons diminui.
II. O número total de íons aumenta.
III. A condutividade elétrica do meio diminui.
IV. A condutividade elétrica do meio aumenta.

V. O número de íons H^+ e H_3CCOO^- por cm^3 diminui.
VI. O número de íons H^+ e H_3CCCO^- por cm^3 aumenta.
Qual das opções a seguir se refere a todas afirmações **corretas**?
a) I e V. b) II e VI.
c) III e V. d) II, III e V.
e) I, IV, VI.

50 (Unicamp) Soluções aquosas de compostos iônicos conduzem corrente elétrica devido à presença de íons "livres" em água. Este fato pode ser verificado através do experimento esquematizado na figura I.

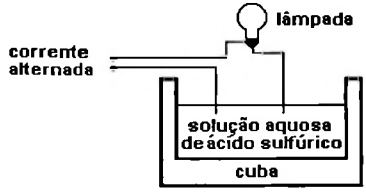


Figura I

O gráfico da figura II mostra a variação da luminosidade da lâmpada em função da adição contínua de água de barita (solução aquosa de hidróxido de bário, $Ba(OH)_2$) à solução de ácido sulfúrico na cuba.

Figura II

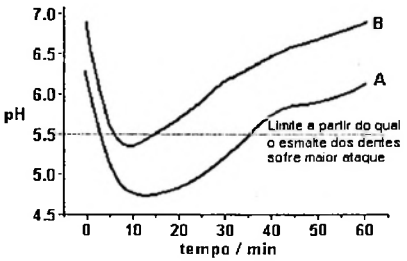
Explique o fenômeno observado.
Dados: $Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) = BaSO_4(s)$ $\quad Ks = 1{,}0 \times 10^{-10}\ (mol/L)^2$
Considerar o $Ba(OH)_2$ totalmente dissociado em solução aquosa.

51 (ITA) Considere as informações seguintes, todas relativas à temperatura de 25°C:
1. $NH_4^+(aq) \leftrightarrows NH_3(aq) + H^+(aq)$ $\quad K_c \approx 10^{-10}$
2. $HNO_2(aq) \leftrightarrows H^+(aq) + NO_2^-(aq)$ $\quad K_c \approx 10^{-4}$
3. $OH^-(aq) \leftrightarrows H^+(aq) + O^{2-}(aq)$ $\quad K_c \approx 10^{-36}$

Examinando estas informações, alunos fizeram as seguintes afirmações:
I. OH^- é um ácido muitíssimo fraco.

II. O ânion NO_2^- é a base conjugada do HNO_2.
III. HNO_2 é o ácido conjugado da base NO_2^-.
IV. NH_4^+ é um ácido mais fraco do que HNO_2.
V. Para $NH_4^+(aq) + NO_2^-(aq) \rightleftarrows NH_3(aq) + HNO_2(aq)$ devemos ter $K_c < 1$.
Dadas as afirmações anteriores está(ão) **correta(s)**:
a) Todas. b) Apenas I.
c) Apenas I, II e III. d) Apenas I, II, III e IV.
e) Apenas II e III.

52 (Unicamp) Após tomar rapidamente o café da manhã, os dois escovam os dentes. O creme dental que usam contém Na_2CO_3. Esta escolha deve-se ao fato de eles terem visto, numa revista especializada, um artigo que tratava de cáries dentárias. Ali constava um gráfico, abaixo reproduzido, mostrando o pH bucal, logo após uma refeição, para dois grupos de pessoas que não escovaram os dentes. Os Mitta identificaram-se com um dos grupos.



a) Considerando o creme dental escolhido, com qual dos grupos o casal se identificou? Justifique.
b) Que outra substância poderia ser usada no creme dental, em lugar de carbonato de sódio? Escreva a fórmula e o nome.

53 (Unicamp) Da caverna ao arranha-céu, o homem percorreu um longo caminho. Da aldeia, passou à cidade horizontal, e desta, à verticalização. O crescente domínio dos materiais e, portanto, o conhecimento de processos químicos teve papel fundamental nesse desenvolvimento. Uma descoberta muito antiga e muito significativa foi o uso de $Ca(OH)_2$ para a preparação da argamassa. O $Ca(OH)_2$ tem sido muito usado, também, na pintura de paredes, processo conhecido como caiação, onde, reagindo com um dos constituintes minoritários do ar,

forma carbonato de cálcio de cor branca.

a) Dê o nome comum (comercial) ou o nome científico do $Ca(OH)_2$.

b) Que faixa de valores de pH pode-se esperar para uma solução aquosa contendo $Ca(OH)_2$ dissolvido, considerando o caráter ácido-base dessa substância? Justifique.

c) Escreva a equação que representa a reação entre o $Ca(OH)_2$ e um dos constituintes minoritários do ar, formando carbonato de cálcio.

ELETROQUÍMICA

01 (ITA) Nas opções seguintes estão representadas equações químicas de reações que podem ocorrer, em soluções aquosas, com os diversos óxidos de cromo. Qual dessas opções contém a equação que representa uma reação de óxido-redução?

a) $2\ CrO_4^{=} + 2\ H^+ \rightarrow Cr_2O_7^{=} + H_2O$.

b) $Cr_2O_3 + 6\ H^+ \rightarrow 2\ Cr^{+++} + 3\ H_2O$.

c) $Cr_2O_3 + 2\ OH^- \rightarrow Cr_2O_4^{=} + H_2O$.

d) $Cr_2O_7^{=} + 2\ H^+ \rightarrow 2\ CrO_3 + H_2O$.

e) $2\ Cr_2O_7^{=} + 16\ H^+ \rightarrow 4\ Cr^{+++} + 3\ O_2 + 8\ H_2O$.

02 (ITA) Considere as duas famílias seguintes da classificação periódica:

I.	Li	M	K	Rb	Cs
II.	F	Cl	X	I	At

Assinale a opção que contém a afirmação **errada** a respeito de propriedades dos elementos M e X ou de seus compostos.

a) M é um metal que reage com X_2, sendo o produto um sólido iônico.

b) O hidreto MH cristalino é iônico, onde o ânion é H^-.

c) Uma forma estável de X é X_2, substância covalente que é um oxidante forte.

d) Os óxidos de M são bastante solúveis em água e as soluções resultantes contêm hidróxido de M.

e) Várias propriedades de M são mais semelhantes às do Li do que as do K.

03 (ITA) Considere as equações químicas:

I. $F_2 + H_2O \rightarrow 2\ HF + \frac{1}{2}\ O_2$

II. $HCOOH \rightarrow H_2O + CO$

III. $CO_2 + H_2 \rightarrow H_2O + CO$

IV. $2\ H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$

V. $(NH_4)_2CO_3 \rightarrow 2\ NH_3 + H_2O + CO_2$

As que **não representam** reações de óxido-redução são:

a) I, III. b) II, IV.

c) II, V. d) IV, V.

e) II, IV, V.

04 (ITA) Ao misturar solução aquosa de bromato de sódio com solução aquosa ácida de iodeto de potássio ocorre uma reação representada pela equação não-balanceada:

$$1\ BrO_3^- + x\ I^- + y\ H^+ \rightarrow Br^- + z\ I_2 + w\ H_2O$$

O balanceamento dessa equação pode ser feito pelo método das variações dos números de oxidação. Assinale a opção que contém essas variações para cada átomo e os coeficientes que balanceiam a equação.

	Variação do número de oxidação				Coeficientes			
	Br	O	I	H	x	y	z	w
a)	+5	-2	-1	+1	10	12	5	6
b)	-1	-2	-1	+1	12	12	3	3
c)	+4	+1	-1	+1	6	12	3	6
d)	-6	0	+1	0	6	6	3	3
e)	-8	0	+1	-1	8	6	4	3

05 (ITA) Considere as soluções aquosas saturadas, recém-preparadas, todas a 25 °C e pressão de 1 atm, dos seguintes solutos:

I. Cloro
II. Sulfeto de sódio
III. Iodeto de potássio
IV. Nitrato de cobre
V. Sulfato de bário

Em relação às propriedades destas soluções, assinale a opção que contém a afirmação **errada**.

a) A solução II é básica e a III é neutra.
b) A solução III é incolor e a IV é azul.
c) Na mistura das soluções I e III se forma iodo.
d) As soluções I e V são as que têm menor condutividade elétrica.
e) Em misturas de II e V irá aparecer precipitado de sulfeto de bário.

06 (ITA) Borbulhando-se cloro através de solução de brometo de potássio, observa-se que:

a) forma-se bromo e íons Cl^-.
b) precipita-se KCl e se desprende HBr gasoso.
c) o cloro se dissolve e mais nada acontece.

d) nada acontece porque o cloro não se dissolve.
e) precipita-se bromo e se desprende HCl gasoso.

07 (ITA) Na reação iônica:

$$Ni + Cu^{2+} \rightarrow Ni^{2+} + Cu$$

a) o níquel é o oxidante, porque ele é oxidado.
b) o níquel é o redutor, porque ele é oxidado.
c) o íon cúprico é o oxidante, porque ele é oxidado.
d) o íon cúprico é o redutor, porque ele é reduzido.
e) não há oxidante nem redutor, porque não se trata de uma equação de oxirredução.

08 Considere a equação:

$$H_2O_2 + a\ Fe^{+2} + b\ H^+ \rightarrow c\ Fe^{+3} + d\ H_2O$$

Qual afirmação a respeito das substâncias e da reação é **certa**?
a) O número de oxidação do oxigênio na água oxigenada é -2.
b) Os coeficientes das equações que faltam são: a = 1; b = 2; c = 1; d = 2.
c) A água oxigenada é o oxidante porque cedeu elétrons ao Fe^{+2}.
d) O H^+ é o redutor.
e) Nenhuma das afirmações acima está certa.

09 (ITA) Um pedaço de fio de certo metal M é colocado numa solução de sulfato de cobre. Nota-se que ocorre uma reação de deslocamento, isto é, aparece cobre e a solução passa a ter sulfato do metal M. Dessas informações, podemos concluir que:
a) cátion de cobre reduz facilmente o metal M.
b) cobre metálico agiu como oxidante.
c) o cátion de cobre junto com o cátion M constituem um par de oxirredução.
d) o metal M é mais nobre do que o cobre.
e) o cátion de cobre é mais oxidante do que o de M.

10 Determinar os menores coeficientes inteiros que equilibram as equações químicas abaixo:
a) $HNO_3 + CuS \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + S + H_2O$
b) $Mn(NO_3)_2 + HNO_3 + PbO_2 \rightarrow HMnO_4 + Pb(NO_3)_2 + H_2O$

11 (Unicamp) A equação a seguir representa uma reação de óxido-redução.

$$Cu(s) + 2\ Ag^{+}(aq) \leftrightarrows Cu^{2+}(aq) + 2\ Ag(s)$$

A constante de equilíbrio desta reação, à temperatura de 298 K, é muito grande.

a) escreva a expressão da constante de equilíbrio.

b) O que ocorrerá se misturarmos cobre metálico com uma solução de íons Ag^{+}? Justifique.

12 (Unicamp) Com a finalidade de esterilização, o gás cloro, Cl_2, é dissolvido na água destinada ao consumo humano. As reações que ocorrem podem ser representadas por:

I. $Cl_2(g) + n\ H_2O(l) \leftrightarrows Cl_2(aq)$

II. $Cl_2(aq) + H_2O(l) \leftrightarrows HClO(aq) + H^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$

Obs: $n\ H_2O(l)$ indica uma grande quantidade de água.

a) Qual das duas reações é de óxido-redução? Justifique.

b) A adição de hidróxido de sódio, NaOH, à água, alterará a quantidade de $Cl_2(g)$ que nela se dissolve? Justifique.

13 (ITA) Introduz-se uma chapinha de cobre em uma solução aquosa de cloreto férrico contida em um copo. Com o passar do tempo nota-se o seguinte:

- não há desprendimento de gás;
- a chapinha de cobre perde espessura, mas conserva sua cor característica;
- a cor da solução vai mudando aos poucos.

Em face dessas observações, qual a opção que contém a equação química que melhor representa o "desaparecimento" do cobre na solução?

a) $Cu(c) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + Fe(c)$

b) $Cu(c) + 2\ H^{+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + H_2(g)$

c) $Cu(c) + 2\ Fe^{3+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2\ Fe^{2+}(aq)$

d) $3\ Cu(c) + 2\ Fe^{3+}(aq) \rightarrow 3\ Cu^{2+}(aq) + 2\ Fe(c)$

e) $Cu(c) + 2\ OH^{-}(aq) \rightarrow (CuO_2)^{2-}(aq) + H_2(g)$

14 (Unicamp) Nas salinas, após a remoção da maior parte dos sais da água do mar, sobra uma solução que contém ainda muitos componentes, como o brometo (Br^{-}). Borbulhando-se nessa solução uma cor-

rente de gás cloro (Cl_2), numa certa temperatura, obtêm-se de vapores de bromo (Br_2).

a) Escreva a equação da reação do brometo com o cloro.

b) Indique qual o oxidante e qual o redutor.

15 (Unicamp) Dentro de um bulbo usado em certos "flashes" de máquinas fotográficas, há uma certa quantidade de magnésio metálico (Mg) e de oxigênio (O_2). Por um dispositivo elétrico, provoca-se a reação deste metal com o oxigênio, formando óxido de magnésio.

a) Escreva a equação química que representa a reação entre o magnésio e o oxigênio, indicando qual elemento que age como redutor.

b) O número de átomos dentro do bulbo varia com a reação? Justifique.

16 (IME) São dadas as equações químicas, não ajustadas, a seguir:

I. $KClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow HClO_4 + ClO_2 + K_2SO_4 + H_2O$

II. $KMnO_4 + HCl \rightarrow KCl + MnCl_2 + H_2O + Cl_2$

Para cada uma dessas equações, determine:

a) os seus coeficientes, considerando os menores números inteiros possíveis;

b) o agente redutor;

c) o agente oxidante.

17 (ITA) Borbulhando dióxido de enxofre (SO_2) através de uma solução de bicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) acidulada com ácido sulfúrico, a solução adquire uma cor violácea devido à formação de sulfato de cromo (III) ($Cr_2(SO_4)_3$). Escreva a equação química balanceada para a reação de óxido-redução envolvida, deixando claro o método e/ou princípios para fazer o balanceamento da equação química.

18 (ITA) Considere as reações representadas pelas seguintes equações químicas balanceadas:

I. $CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + 3\ H_2(g)$.

II. $AgCl(c) + 2\ NH_3(aq) \rightarrow Ag(NH_3)_2^+(aq) + Cl^-(aq)$.

III. $Zn(c) + 2\ H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$.

IV. $2\ H^+(aq) + 2\ CrO_4^{2-}(aq) \rightarrow Cr_2O_7^{2-}(aq) + H_2O(l)$.

Qual das opções a seguir se refere às reações de óxido-redução?

a) I e II. b) I e III.

c) III e IV. d) I, III e IV. e) I, II, III e IV.

19 (ITA) O processo de decomposição de peróxido de hidrogênio, H_2O_2, resulta na formação de água e oxigênio. Em relação a esse processo considere que sejam feitas as seguintes afirmações:

I. Todas as moléculas de H_2O_2 são reduzidas.

II. Todas as moléculas de H_2O_2 são oxidadas.

III. A variação da energia livre de Gibbs é positiva.

IV. Metade das moléculas de H_2O_2 é reduzida e a outra metade é oxidada.

Qual das opções a seguir se refere à(s) afirmação(ões) **correta(s)**?

a) I. b) II.

c) III. d) IV.

e) III e IV.

20 (Unicamp) Muito antes da era Cristã, o homem já dominava a fabricação e o uso do vidro. Desde então o seu emprego foi, e continua sendo, muito variado, desde simples utensílios domésticos ou ornamentais até sofisticadas fibras óticas utilizadas em telecomunicações. Uma aplicação bastante moderna diz respeito à utilização do vidro em lentes fotossensíveis empregadas na confecção de óculos especiais. Algumas dessas lentes contêm cristais de cloreto de prata e cristais de cloreto de cobre (I). Quando a luz incide sobre a lente, ocorre uma reação de oxidação e redução entre os íons cloreto e os íons prata, o que faz com que a lente se torne escura. Os íons cobre (I), também por uma reação de oxidação e redução, regeneram os íons cloreto consumidos na reação anterior, sendo que a lente ainda permanece escura. Ao ser retirada da exposição direta à luz, a lente torna-se clara, pois os íons cobre (II), formados na reação de regeneração dos íons cloreto, reagem com o outro produto da primeira reação.

a) Escreva a equação química que descreve o escurecimento da lente.

b) Qual é a espécie química responsável pelo escurecimento da lente?

c) Escreva a equação química da reação que possibilita à lente clarear. Qual é o agente oxidante nesta reação?

21 (ITA) Qual das opções a seguir contém a afirmação **errada** a respeito do que se observa quando da adição de uma porção de níquel metálico, pulverizado, a uma solução aquosa, ligeiramente ácida, de sulfato de cobre?

a) A mistura muda gradualmente de cor.

b) A concentração de íons $Ni^{2+}(aq)$ aumenta.

c) A concentração de íons $Cu^{2+}(aq)$ diminui.

d) A quantidade de níquel oxidado é igual à quantidade de cobre reduzido.

e) O pH da solução aumenta.

22 (Unicamp) Chuá pôs o ovo entre duas fatias de pão e, comendo-o, escreveu as respostas calmamente, comentando: - Puxa, um acaso ocorrido em 1938 influenciou até este meu lanche. Que legal! Agora é a minha vez de perguntar - diz, de repente.

- Ali na geladeira há um pacote de lingüiças. Você sabia que elas contêm nitrito de sódio, uma substância tóxica? Bastam 4 gramas para matar uma pessoa; além disso é conhecido carcinógeno. Esse sal é adicionado em pequenas quantidades para evitar a proliferação da bactéria "Clostridium botulinum", que produz uma toxina muito poderosa: 2×10^{-6} mg da mesma são fatais para uma pessoa, veja só que perigo! Bem, vamos deixar agora os cálculos de lado. Pelo que está aqui no livro, uma das maneiras de identificar a presença do ânion nitrito é adicionar, numa solução, íons ferro II e um pouco de ácido. Nessa reação forma-se NO, além de ferro III e água.

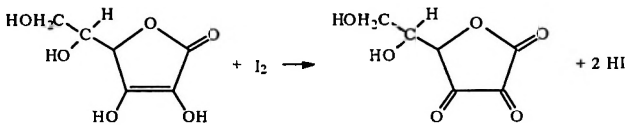
a) Escreva as semi-reações de óxido-redução que se referem à reação descrita, que ocorre em solução aquosa.

- E mais - complementa Chuá. - O monóxido de nitrogênio (NO) formado combina-se com ferro II, que deve estar em excesso, para formar uma espécie marrom escuro. Isto identifica o nitrito. Considere que a composição dessa espécie obedece à relação 1:1 e apresenta carga bipositiva.

b) Escreva a fórmula molecular dessa espécie.

23 (Unicamp) A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico, é um composto orgânico, hidrossolúvel, estável ao aquecimento moderado apenas na ausência de oxigênio ou de outros oxidantes. Pode ser transformada em outros produtos pelo oxigênio do ar, em meio alcalino ou por temperaturas elevadas. Durante processos de cozimento, alimentos que contêm vitamina C apresentam perdas desta vitamina, em grande parte pela solubilização na água e, também, por alterações químicas. Em função disto, para uso doméstico, deve-se evitar o cozimento prolongado, altas temperaturas e o preparo do alimento com muita antecedência ao consumo.

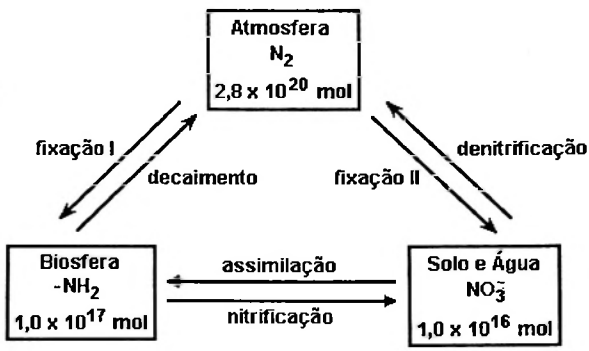
A análise quantitativa do ácido ascórbico em sucos e alimentos pode ser feita por titulação com solução de iodo, I_2. A seguinte equação representa a transformação que ocorre nesta titulação:



a) Esta reação é de oxidorredução? Justifique.

b) Diferentemente da maioria dos ácidos orgânicos, a vitamina C não apresenta grupo carboxílico em sua molécula. Escreva uma equação química correspondente à dissociação iônica do ácido ascórbico em água, que justifique o seu caráter ácido.

24 (Unicamp) O nitrogênio é importantíssimo para a vida na Terra. No entanto, para que entre nos ciclos biológicos é fundamental que ele seja transformado, a partir da atmosfera, em substâncias aproveitáveis pelos organismos vivos. O diagrama a seguir mostra, de modo simples, o seu ciclo na Terra. Os retângulos representam os reservatórios naturais contendo quantidades de compostos de nitrogênio. No diagrama estão representados os processos envolvidos, as quantidades totais de nitrogênio e, em cada retângulo, as espécies predominantes.



a) Quais dos processos representam oxidação de uma espécie química em outra?

b) Em qual espécie química desse ciclo o nitrogênio apresenta o maior número de oxidação? Qual é o seu número de oxidação nesse caso? Mostre como chegou ao resultado.

c) Qual é o número total de mols de átomos de nitrogênio no sistema representado?

25 (Unicamp) Pode-se imaginar que o ser humano tenha pintado o próprio corpo com cores e formas, procurando imitar os animais multicoloridos e assim adquirir as suas qualidades: a rapidez da gazela; a força do tigre; a leveza das aves...

A pintura corporal é ainda muito usada entre os índios brasileiros. Os desenhos, as cores e as suas combinações estão relacionados com solenidades ou com atividades a serem realizadas. Para obter um corante vermelho, com o que pintam o corpo, os índios brasileiros trituram sementes de urucum, fervendo esse pó com água. A cor preta é obtida da fruta jenipapo ivá. O suco que dela é obtido é quase incolor, mas depois de esfregado no corpo, em contato com o ar, começa a escurecer até ficar preto.

a) No caso do urucum, como se denomina o processo de obtenção do corante usando água?

b) Cite dois motivos que justifiquem o uso de água quente em lugar de água fria no processo extrativo do corante vermelho.

c) Algum dos processos de pintura corporal, citados no texto, envolve uma transformação química? Responda sim ou não e justifique.

26 (ITA) Uma célula eletrolítica, com eletrodos inertes (platina), contém uma solução aquosa de nitrato de prata acidulada com ácido nítrico. Após o término da eletrólise nota-se que:

1. Num dos eletrodos se formou, a partir da água, exclusivamente $O_2(g)$, num total de 2,0 milimol.
2. No outro eletrodo se depositaram 6,0 milimol de Ag(c) e também se desprendeu $H_2(g)$.

Destas informações dá para concluir que a quantidade de hidrogênio gasoso formada é igual a:

a) 0,5 milimol.
b) 1,0 milimol.
c) 2,0 milimol.
d) 4,0 milimol.
e) 6,0 milimol.

27 (ITA) Num copo contendo solução aquosa 0,10 molar de $AgNO_3$ são introduzidas duas chapas de prata. Uma das chapas (A) é ligada ao pólo positivo de uma bateria e a outra (B) é ligada ao pólo negativo desta bateria. Durante a eletrólise não ocorre desprendimento gasoso. Assinale a afirmação **errada**.

a) A massa da chapa (A) aumenta com o prosseguimento da eletrólise.

b) Na chapa (B) ocorre a reação $Ag^+(aq) + 1\ e^- \rightarrow Ag(c)$.

c) A quantidade de $Ag^+(aq)$ na solução não se altera com a eletrólise.

d) Os íons nitrato migram através da solução no sentido da chapa B para a chapa A.

e) A massa de prata que se deposita numa das chapas é proporcional à carga drenada da bateria.

28 (ITA) Uma fonte, que fornece uma corrente elétrica constante de 3,00 A, permaneceu ligada a uma célula eletrolítica contendo solução aquosa de H_2SO_4 e dois eletrodos inertes. Durante certo intervalo de tempo formaram-se 0,200 mols de H_2 em um dos eletrodos e 0,100 mols de O_2 no outro. Para obter as quantidades de produtos indicadas, o intervalo de tempo, em segundos, necessário será:

a) $(0,200 - 0,100) \times 9,65 \times 10^4 / 3,00$

b) $0,200 \times 9,65 \times 10^4 / 3,00$

c) $(0,400 - 0,200) \times 9,65 \times 10^4 / 3,00$

d) $(0,400 + 0,200) \times 9,65 \times 10^4 / 3,00$

e) $0,400 \times 9,65 \times 10^4 / 3,00$

29 (Unicamp) O cobre metálico, para ser utilizado como condutor elétrico, precisa ser muito puro, o que se consegue por via eletrolítica. Neste processo os íons cobre-II são reduzidos no cátodo, a cobre metálico, ou seja,

$$Cu^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightarrow Cu(s)$$

Qual a massa de cobre que se obtém por mol de elétrons que atravessa a cuba eletrolítica?

Massa atômica relativa do cobre = 64

30 (IME) Em duas cubas eletrolíticas, ligadas em série, ocorrem as reações, cujas equações são mostradas a seguir, pela passagem de uma corrente elétrica de 1 ampère:

cuba A: $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag^0(s)$
cuba B: $2\ H^+(aq) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g)$
Dado: $1\ A = 1\ C \cdot s^{-1}$
Pede-se:
a) o tipo de reação que está ocorrendo;
b) a denominação do eletrodo onde ocorrem essas reações;
c) o tempo necessário para que ocorra a deposição de 1,08 g de prata;
d) o volume, em litros nas CNTP, do hidrogênio produzido durante o tempo determinado na letra **c**.

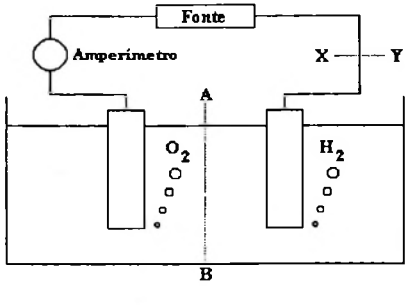
31 (ITA) Durante uma eletrólise, a única reação que ocorreu no catodo foi a deposição de certo metal. Observou-se que a deposição de 8,81 gramas de metal correspondeu à passagem de 0,300 mols de elétrons pelo circuito. Qual das opções a seguir contém o metal que pode ter sido depositado?

Dados: massas atômicas

Ni = 58,71 Zn = 65,37 Ag = 107,87 Sn = 118,69 Pb = 207,19

a) Ni. b) Zn.
c) Ag. d) Sn.
e) Pb.

32 (ITA) A figura a seguir mostra o esquema da aparelhagem utilizada por um aluno para realizar a eletrólise de uma solução aquosa ácida, com eletrodos inertes. Durante a realização da eletrólise, pela secção tracejada (A ---- B), houve a seguinte movimentação de partículas eletricamente carregadas através da solução:



a) Elétrons da esquerda para a direita.
b) Elétrons da direita para a esquerda.
c) Cátions da esquerda para a direita e ânions da direita para a esquerda.
d) Cátions da direita para a esquerda e ânions da esquerda para a direita.
e) Cátions e ânions da esquerda para a direita.

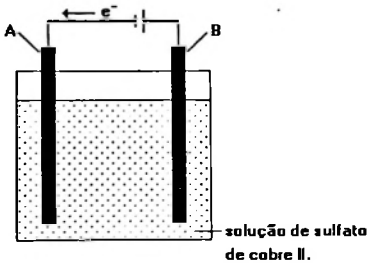
33 (ITA) A corrente elétrica que passou através dos fios conectores de cobre do circuito durante a eletrólise foi igual a $1,6 \cdot 10^{-2}$ ampère.

Qual das opções a seguir contém a conclusão correta sobre o número de elétrons que passou, por segundos, através da secção X --- Y do fio de cobre, conforme assinalado na figura da questão anterior?

Dado: Cu = 63,54

a) $1,6 \cdot 10^{-2}$.
b) $1,0 \cdot 10^{12}$.
c) $1,0 \cdot 10^{17}$.
d) $6,0 \cdot 10^{20}$.
e) $9,7 \cdot 10^{21}$.

34 (Unicamp) Um processo de purificação de cobre metálico consiste em se passar uma corrente elétrica por uma solução aquosa de sulfato de cobre II, de cor azul, durante um determinado intervalo de tempo. Nesta solução são mergulhados dois eletrodos de cobre metálico, sendo um de cobre impuro. No transcorrer do processo o cobre metálico vai se depositando sobre um dos eletrodos, ficando livre das impurezas. O desenho a seguir mostra esquematicamente a situação no início do processo.



a) Em qual dos eletrodos, A ou B, se depositará cobre metálico purificado? Justifique.

b) A intensidade da cor azul é diretamente proporcional à concentração de Cu^{2+} na solução. Com base nesta informação e no processo de purificação a anteriormente descrito, responda se ao final do experimento a intensidade da cor azul terá aumentado, permanecido igual ou diminuído em relação à cor inicial. Justifique.

35 (ITA) Para determinar o valor da Constante de Faraday empregou-se uma célula eletrolítica construída pela imersão de duas chapas de prata em uma solução aquosa de nitrato de prata. O conjunto é ligado a uma fonte de corrente contínua em série com um amperímetro. Durante certo intervalo de tempo **t** verificou-se que pelo circuito passou uma corrente elétrica constante de valor **i**. Neste período de tempo **t** foi depositado no catodo uma massa **m** de prata, cuja massa molar é representada por **M**. Admite-se que a única reação eletroquímica que ocorre no catodo é a redução dos cátions de prata a prata metálica. Denominando a constante de Avogadro de N_A e a área do catodo imersa na solução de **S**, a Constante de Faraday (F) calculada a partir deste experimento é igual a:

a) $F = (i\ t\ M) / (m)$ b) $F = (i\ t\ N_A)$
c) $F = (i\ t\ m) / (M\ S)$ d) $F = (i\ t) / (S\ N_A)$
e) $F = (i\ m) / (M)$

36 (ITA) Faça um desenho esquemático de uma célula eletrolítica contendo uma solução aquosa de sulfato de cobre (II), provida de um catodo de cobre e de um anodo de platina, por onde passa corrente elétrica. Nesse esquema ou abaixo dele, conforme o caso, marque as indicações e respostas solicitadas nos itens de **a** até **f**, descritas a seguir:

a) o sinal do pólo da fonte que deve estar ligado ao catodo
b) o sentido do fluxo de elétrons na fiação metálica
c) o sentido do fluxo dos cátions no eletrólito
d) escreva a equação química para a "meia-reação" catódica
e) escreva a equação química para a "meia-reação" anódica
f) o total de íons de cobre na solução aumenta, diminui ou permanece constante durante a eletrólise? Por quê?

37 (ITA) Uma fonte de corrente contínua fornece corrente elétrica a um sistema composto por duas células eletrolíticas, ligadas em série através de um fio condutor. Cada célula é dotada de eletrodos inertes.

Uma das células contém somente uma solução aquosa 0,3 molar de $NiSO_4$ e a outra apenas uma solução aquosa 0,2 molar de $AuCl_3$. Se durante todo o período de eletrólise as únicas reações que ocorrem no catodos são as deposições dos metais, qual das opções corresponde ao valor da relação: massa de níquel depositado / massa de ouro depositado?

a) 0,19 b) 0,45
c) 1,0 d) 2,2
e) 5,0

38 (ITA) Considere a eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio. O ânodo consiste de um material eletroquimicamente inerte e o cátodo de uma camada de mercúrio no fundo da célula. Nessas condições, a(s) principal(is) ocorrência(s) no cátodo será(ão):

a) A formação de amálgama de sódio.
b) A formação e liberação de gás cloro.
c) O aparecimento de cristais de sódio metálico.
d) A formação de cristais de cloreto mercuroso.
e) A formação e liberação de hidrogênio gasoso.

39 (ITA) Uma célula eletroquímica é composta por eletrodos de platina imersos em 1,0 L de uma solução aquosa 1,0 mol/L em Na_2SO_4. A solução que compõe esse sistema é mantida sob agitação constante e a corrente elétrica é mantida no valor 10 mA por 100 minutos. Decorrido esse tempo, o circuito elétrico é aberto, sendo então medido o valor da concentração de $H^+(aq)$ da solução resultante. Admitindo que não haja variação no volume da solução, a variação da concentração (mol/L) de $H^+(aq)$:

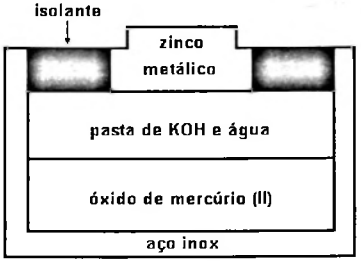
a) É nula.
b) Diminui de $6,2 \times 10^{-4}$ mol/L.
c) Diminui de $12,5 \times 10^{-4}$ mol/L.
d) Aumenta de $6,2 \times 10^{-4}$ mol/L.
e) Aumenta de $12,5 \times 10^{-4}$ mol/L.

40 (ITA) Uma solução aquosa de $NiSO_4$ é eletrolisada numa célula com eletrodos de platina, mediante a passagem de uma corrente elétrica constante de 268 mA, durante 1,0 hora. No cátodo, além da eletrodeposição de níquel, foi observada a formação de 11,2 mL (CNTP) de um certo gás. Assinale a opção que apresenta a razão percentual

correta entre a carga elétrica utilizada para a eletrodeposição de níquel e a carga elétrica total que circulou pelo sistema:

a) 10 b) 25
c) 50 d) 75
e) 90

41 (Unicamp) A figura a seguir representa uma pilha de mercúrio usada em relógios e cronômetros.



As reações que ocorrem nesta pilha são:

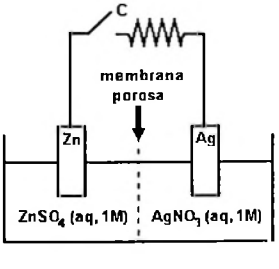
$Zn(s) = Zn^{2+}(aq) + 2\ e^-$

$HgO(s) + H_2O(l) + 2\ e^- = Hg(l) + 2\ OH^-(aq)$

a) De qual eletrodo partem os elétrons quando a pilha está fornecendo energia? Justifique.

b) Cite duas substâncias cujas quantidades diminuem com o funcionamento da pilha. Justifique.

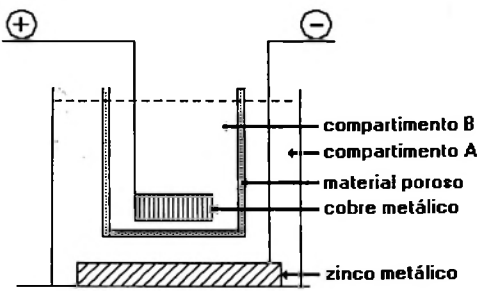
42 (ITA) Este teste se refere ao elemento galvânico esquematizado a seguir. Assinale a afirmação **falsa** em relação ao que vai ocorrer quando a chave **C** é ligada:



a) A corrente elétrica convencional vai circular no sentido anti-horário.
b) Elétrons irão circular pelo fio da esquerda para a direita.
c) Ânions nitrato vão migrar, através da membrana porosa, da direita para a esquerda.
d) A concentração de $ZnSO_4$ do lado esquerdo vai aumentar.
e) Cátions de zinco vão migrar, através da membrana porosa, da esquerda para a direita.

43 (Unicamp) Na pilha de Daniel (veja esquema adiante) ocorre a reação:

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \leftrightarrows Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$



ESQUEMA DA PILHA DE DANIEL

Qual das substâncias da lista a seguir, dissolvida em água, você escolheria para colocar no compartimento **B**, a fim de que a pilha possa produzir eletricidade? Justifique.
Lista: HCl, $ZnCl_2$, $CuSO_4$, H_2SO_4, Na_2SO_4, $PbSO_4$, $ZnSO_4$.

44 (Unicamp) Em um determinado processo eletrolítico, uma pilha mostrou-se capaz de fornecer $5,0 \times 10^{-3}$ mols de elétrons, esgotando-se depois.
a) Quantas pilhas seriam necessárias para se depositar 0,05 mols de cobre metálico, a partir de uma solução de Cu^{2+}, mantendo-se as mesmas condições do processo eletrolítico?
b) Quantos gramas de cobre seriam depositados nesse caso?

45 (Unicamp) Quando o acumulador dos automóveis (bateria de chumbo) fornece uma corrente elétrica, ocorre uma reação química representada por:

$Pb(s) + PbO_2(s) + 4\ H^+(aq) + 2\ SO_4^{2-}(aq) = 2\ PbSO_4(s) + 2\ H_2O(l)$

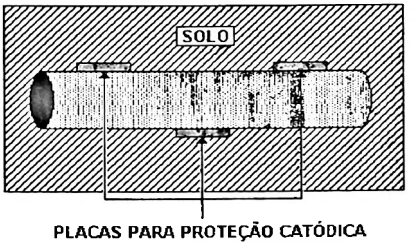
a) Quais as variações do número de oxidação do chumbo nesta reação?

b) O anúncio de uma bateria de automóvel dizia que a mesma poderia fornecer 50 Ah. Neste caso, quantos gramas de chumbo metálico seriam consumidos?

Dados:

- Constante de Faraday, F = 96500 C/mol. Lembre-se de que a constante de Faraday é igual à constante de Avogadro multiplicada pela carga do elétron.
- Massa molar do chumbo = 207 g/mol
- 1 Ah = 3600 C

46 (Unicamp) Um corpo metálico quando exposto ao ar e à umidade pode sofrer um processo de corrosão (oxidação), o que pode deixá-lo impróprio para a função a que se destinava.



a) Uma das formas de se minimizar este processo é a "proteção catódica": prende-se um "metal de sacrifício" no corpo que se deseja proteger do processo de oxidação.

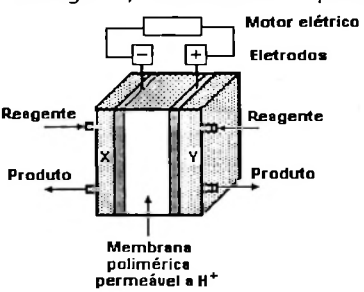
Suponha que você deseja fazer a proteção catódica de uma tubulação em ferro metálico. Qual das substâncias da tabela abaixo você usaria? Justifique.

Potenciais padrão de redução:	
Semi-reação de redução	
$F_2(g) + 2\ e^- = 2\ F^-(aq)$	$E^0 = +2,87$ volts
$Br_2(g) + 2\ e^- = 2\ Br^-(aq)$	$E^0 = +1,08$ volts
$Ag^+(aq) + e^- = Ag(s)$	$E^0 = +0,80$ volts
$Cu^{2+}(aq) + 2\ e^- = Cu(s)$	$E^0 = +0,34$ volts
$Ni^{2+}(aq) + 2\ e^- = Ni(s)$	$E^0 = -0,25$ volts
$Fe^{2+}(aq) + 2\ e^- = Fe(s)$	$E^0 = -0,44$ volts
$Mg^{2+}(aq) + 2\ e^- = Mg(s)$	$E^0 = -2,37$ volts

b) Uma outra forma de evitar a corrosão é a galvanização: deposita-se sobre o corpo metálico uma camada de um outro metal que o proteja da oxidação. Das substâncias da tabela acima, qual você usaria para galvanizar uma tubulação em ferro metálico? Justifique.

47 (Unicamp) Há quem afirme que as grandes questões da humanidade simplesmente restringem-se às necessidades e à disponibilidade de energia. Temos de concordar que o aumento da demanda de energia é unia das principais preocupações atuais. O uso de motores de combustão possibilitou grandes mudanças, porém seus dias estão contados. Os problemas ambientais pelos quais estes motores podem ser responsabilizados, além de seu baixo rendimento, têm levado à busca de outras tecnologias.

Uma alternativa promissora para os motores de combustão são as celas de combustível que permitem, entre outras coisas, rendimentos de até 50% e operação em silêncio. Uma das mais promissoras celas de combustível é a de hidrogênio, mostrada no esquema adiante:



Nessa cela, um dos compartimentos é alimentado por hidrogênio gasoso e o outro, por oxigênio gasoso. As semi-reações que ocorrem nos eletrodos são dadas pelas equações:

ânodo: $H_2(g) = 2\ H^+ + 2\ e^-$

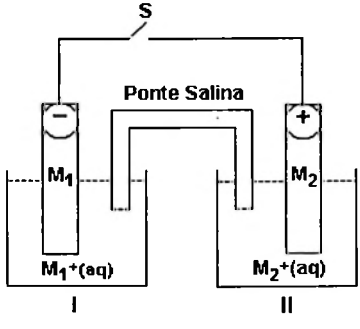
cátodo: $O_2(g) + 4\ H^+ + 4\ e^- = 2\ H_2O$

a) Por que se pode afirmar, do ponto de vista químico, que esta cela de combustível é "não poluente"?

b) Qual dos gases deve alimentar o compartimento X? Justifique.

c) Que proporção de massa entre os gases você usaria para alimentar a cela de combustível? Justifique.

48 (ITA) Corrente elétrica flui através do circuito, representado na figura abaixo, quando a chave **S** é "fechada".



Assinale a opção que contém a afirmação **errada** a respeito do que ocorre no sistema após a chave **S** ter sido "fechada":

a) O fluxo de corrente elétrica ocorre no sentido semicélula II → semicélula I.

b) A diferença de potencial entre os eletrodos $M_2 / M_2^+(aq)$ e $M_1 / M_1^+(aq)$ diminui.

c) O eletrodo $M_1 / M_1^+(aq)$ apresentará um potencial menor do que o eletrodo $M_2 / M_2^+(aq)$.

d) Ao substituir a ponte salina por um fio de cobre a diferença de potencial entre os eletrodos será nula.

e) A concentração de íons $M_2^+(aq)$ na semicélula II diminui.

49 (ITA) Dependendo da natureza do meio, alcalino ou ácido, a corrosão de alumínio em meio aquoso pode ser representada pelas seguintes semi-equações químicas:

I. $Al(c) \leftrightarrows Al^{3+}(aq) + 3\ e^-(CM)$

II. $4\ OH^-(aq) \leftrightarrows O_2(aq) + 2\ H_2O(l) + 4\ e^-(CM)$

III. $H_2(g) \leftrightarrows 2\ H^+(aq) + 2\ e^-(CM)$

Qual das opções abaixo contém a afirmação **errada** a respeito do processo de corrosão do alumínio?

a) A semi-equação I representa a semi-reação que ocorre em regiões da superfície de alumínio que funcionam como ânodos.

b) A semi-equação II ou III representa a semi-reação que ocorre em regiões da superfície de alumínio que funcionam como cátodos.

c) A quantidade de carga elétrica envolvida na corrosão de um mol de alumínio em meio alcalino é igual a ¾ F.

d) A massa de alumínio dissolvida na corrosão em meio ácido envolvendo quantidade de carga elétrica igual a 3/2 F é igual a 13 g.

e) Nas CNTP o volume de hidrogênio produzido na corrosão de 1 mol de alumínio em meio ácido é igual a 34 L.

50 (Unicamp) Câmeras fotográficas, celulares e computadores, todos veículos de comunicação, têm algo em comum: pilhas (baterias). Uma boa pilha deve ser econômica, estável, segura e leve. A pilha perfeita ainda não existe.

Simplificadamente, pode-se considerar que uma pilha seja constituída por dois eletrodos, sendo um deles o ânodo, formado por um metal facilmente oxidável, como ilustrado pela equação envolvendo o par íon / metal:

$$M = M^{n+} + n\ e^-$$

A capacidade eletroquímica de um eletrodo é definida como a quantidade teórica de carga elétrica produzida por grama de material consumido. A tabela a seguir mostra o potencial padrão de redução de cinco metais que poderiam ser utilizados, como anodos, em pilhas:

Par íon / metal	Potencial padrão de redução / volts
Ag^+ / Ag	+0,80
Ni^{2+} / Ni	-0,23

Cd^{2+} / Cd	-0,40
Cr^{3+} / Cr	-0,73
Zn^{2+} / Zn	-0,76

a) Considere para todas as possíveis pilhas que: o catodo seja sempre o mesmo, a carga total seja fixada num mesmo valor e que a prioridade seja dada para o peso da pilha. Qual seria o metal escolhido como ânodo? Justifique.

b) Considerando-se um mesmo catodo, qual seria o metal escolhido como anodo, se o potencial da pilha deve ser o mais elevado possível? Justifique.

51 (IME) Uma célula eletroquímica fechada, usada para a produção da mistura gasosa de H_2 e O_2, possui dois eletrodos inertes mergulhados numa solução diluída de hidróxido de sódio. No volume livre de 4,5 L acima da solução, há uma válvula e um manômetro. A temperatura da célula é mantida constante em 27 °C. No início da eletrólise, a válvula é fechada, sendo fornecida à célula uma corrente de 30 A. Calcule o tempo para a leitura do manômetro atingir 1,64 atm.

Dados:
Constante dos gases $R = 0{,}082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Constante de Faraday $96500\text{C} = 1\,608 \text{ A} \cdot \text{min}$

RADIOATIVIDADE

01 Escreva equações representativas dos seguintes processos:

a) alfa-emissão pelo $^{238}_{92}U$.

b) beta-emissão pelo $^{35}_{16}S$.

c) emissão de pósitron pelo $^{120}_{51}Sb$.

d) captura-K pelo $^{64}_{29}Cu$.

02 Por radioatividade natural, ^{238}U emite uma partícula α. O nuclídeo formado era conhecido no início do século por UX_1. UX_1, por sua vez, emite uma partícula β. O novo nuclídeo era representado por UX_2. Determine os números atômicos e de massa de UX_1 e UX_2.

03 Por radioatividade, $^{239}_{93}Np$ emite uma partícula β. O nuclídeo formado também é radioativo e se transforma em ^{235}U. Que partícula é emitida nessa transformação?

04 Complete as seguintes equações:

a) $^{64}_{29}Cu \rightarrow \beta^+ + ?$

b) $^{106}Ag \rightarrow {}^{106}Pd + ?$

05 Um certo nuclídeo radioativo, de número atômico 90 e número de massa 232, transforma-se espontaneamente em outro nuclídeo, emitindo uma partícula α. Este segundo nuclídeo emite uma partícula β formando um terceiro nuclídeo, que por sua vez sofre desintegração com nova emissão β e formação de um quarto nuclídeo. Pede-se:

a) o número atômico e o número de massa do nuclídeo final.

b) com relação à estrutura atômica, como se chamam os nuclídeos inicial e final?

06 Se um nuclídeo do grupo 1 (1A) da Tabela Periódica se desintegra através da emissão de pósitrons, qual a valência esperada para o novo nuclídeo?

07 Suponha que um radionuclídeo seja um metal alcalino-terroso, e que haja três processos de alfa-emissão sucessivos. A qual grupo da Tabela Periódica pertenceria o nuclídeo formado?

08 (ITA) Considere um nuclídeo instável emissor de partículas beta negativas. Esta emissão terá o seguinte efeito:

	Número atômico do nuclídeo	Número de massa do nuclídeo
a)	aumenta de um	permanece inalterado
b)	permanece inalterado	diminui de um
c)	diminui de um	diminui de um
d)	aumenta de um	aumenta de um
e)	diminui de um	permanece inalterado

09 (ITA) Considere as seguintes equações relativas a processos nucleares:

I. $^{8}_{3}Li \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{4}_{2}He + x$.

II. $^{7}_{4}Be + y \rightarrow {}^{7}_{3}Li$.

III. $^{8}_{5}B \rightarrow {}^{8}_{4}Be + z$.

IV. $^{3}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + w$.

Ao completar as equações dadas, as partículas x, y, z e w são, respectivamente:

a) pósitron, alfa, elétron e elétron.
b) elétron, alfa, elétron e pósitron.
c) alfa, elétron, elétron e pósitron.
d) elétron, elétron, pósitron e elétron.
e) elétron, elétron, pósitron e nêutron.

10 (ITA)

I. A radioatividade foi descoberta por Marie Curie.

II. A perda de uma partícula beta de um átomo de $^{75}_{33}As$ forma um átomo de número atômico maior.

III. A emissão de radiação gama a partir do núcleo de um átomo não altera o número atômico e o número de massa do átomo.

IV. A desintegração de $^{226}_{88}Ra$ a $^{214}_{83}Po$ envolve a perda de 3 partículas alfa e de 2 partículas beta.

Das afirmações feitas, estão **corretas**
a) apenas I e II. b) apenas I e III.
c) apenas I e IV. d) apenas II e III.
e) apenas II e IV.

11 O único isótopo estável do flúor é ^{19}F. Que tipo de desintegração é esperável de cada um dos isótopos ^{17}F, ^{18}F, ^{20}F e ^{21}F?

12 O período de semidesintegração do ^{218}Po é de aproximadamente 3 minutos. Considerando que ^{218}Po tenha sido isolado dos elementos que o precedem na série do urânio, determinar que fração porcentual restará ao cabo de:
a) 6 minutos; b) 15 minutos;
c) 30 minutos.

13 **(ITA)** Num instante zero, tem-se 4,0 gramas de um elemento radioativo, de meia-vida igual a 1 hora. Quantos gramas do material radioativo restarão, respectivamente, depois de 1 hora e depois de 2 horas?
a) 2,0 g e 1,0 g. b) 2,0 g e 0 g.
c) 3,0 g e 2,0 g. d) 3,5 g e 2,5 g.
e) Depois de 1,5 hora não restará material ativo.

14 Obtido ^{226}Ra puro, de meia-vida 1620 anos, que fração dele permanecerá inalterada ao fim de:
a) 50 anos; b) 100 anos;
c) 1000 anos.

15 **(Unicamp)** O homem, na tentativa de melhor compreender os mistérios da vida, sempre lançou mão de seus conhecimentos científicos e/ou religiosos. A datação por carbono quatorze é um belo exemplo da preocupação do homem em atribuir idade aos objetos e datar os acontecimentos.

Em 1946 a Química forneceu as bases científicas para a datação de artefatos arqueológicos, usando o ^{14}C. Esse isótopo é produzido na atmosfera pela ação da radiação cósmica sobre o nitrogênio, sendo posteriormente transformado em dióxido de carbono.

Os vegetais absorvem o dióxido de carbono e, através da cadeia alimentar, a proporção de ^{14}C nos organismos vivos mantém-se cons-

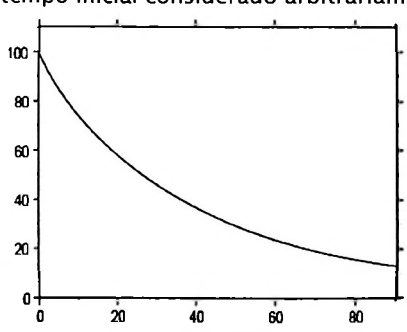
tante. Quando o organismo morre, a proporção de ^{14}C nele presente diminui, já que, em função do tempo, se transforma novamente em ^{14}N. Sabe-se que, a cada período de 5730 anos, a quantidade de ^{14}C reduz-se à metade.

a) Qual o nome do processo natural pelo qual os vegetais incorporam o carbono?

b) Poderia um artefato de madeira, cujo teor determinado de ^{14}C corresponde a 25% daquele presente nos organismos vivos, ser oriundo de uma árvore cortada no período do Antigo Egito (3200 a.C. a 2300 a.C.)? Justifique.

c) Se o ^{14}C e o ^{14}N são elementos diferentes que possuem o mesmo número de massa, aponte uma característica que os distingue.

16 (Unicamp) Entre o doping e o desempenho do atleta, quais são os limites? Um certo "bloqueador", usado no tratamento de asma, é uma das substâncias proibidas pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), já que provoca um aumento de massa muscular e diminuição de gordura. A concentração dessa substância no organismo pode ser monitorada através da análise de amostras de urina coletadas ao longo do tempo de uma investigação. O gráfico mostra a quantidade do "bloqueador" contida em amostras da urina de um indivíduo, coletadas periodicamente durante 90 horas após a ingestão da substância. Este comportamento é válido também para além das 90 horas. Na escala de quantidade, o valor 100 deve ser entendido como sendo a quantidade observada num tempo inicial considerado arbitrariamente zero.



a) Depois de quanto tempo a quantidade eliminada corresponderá a 1/4 do valor inicial, ou seja, duas meias-vidas de residência da subs-

tância no organismo?

b) Suponha que o doping para esta substância seja considerado positivo para valores acima de $1,0 \times 10^{-6}$ g/mL de urina (1 micrograma por mililitro) no momento da competição. Numa amostra coletada 120 horas após a competição, foram encontrados 15 microgramas de "bloqueador" em 150 mL de urina de um atleta. Se o teste fosse realizado em amostra coletada logo após a competição, o resultado seria positivo ou negativo? Justifique.

17 O período de semi-desintegração do ^{222}Rn é 3,823 dias. Determine sua constante de desintegração em s^{-1}.

18 Calcular o volume em milímetros cúbicos, nas CNTP, de um curie de ^{222}Rn, ou seja, de uma amostra de ^{222}Rn (meia-vida 3,823 dias) cuja atividade seja 1,00 Ci.

19 Observou-se que uma amostra radioativa apresentava uma contagem de 4280 dpm (desintegrações por minuto) às 13h 35min. Às 16h 55min do mesmo dia, a contagem observada foi de 1070 dpm. Qual a meia-vida do material?

20 Um radionuclídeo decai de tal forma que, decorridos 68 minutos, resta apenas ¼ da quantidade inicial. Determinar sua meia-vida e sua constante radioativa em min^{-1}.

21 Quantas partículas alfa são emitidas por minuto por uma amostra de 0,001 g de ^{226}Ra, cuja meia-vida é 1620 anos?

22 Nos anos 60, pensou-se em desenvolver uma bateria atômica para relógios, cuja fonte primária de energia seria a beta-emissão do ^{147}Pm, cuja meia-vida é 2,6 anos. Quanto tempo levaria para atividade da bateria reduzir-se a 10% do valor original? Usar log 2 = 0,3010.

23 **(IME - adaptado)** A meia-vida do polônio-210 (^{210}Po) é de 138 dias, sendo que o nuclídeo decai para chumbo-206, por emissão de uma partícula α, que se transforma em um átomo de hélio, por captura de elétrons livres da atmosfera. Uma amostra de ^{210}Po, de massa igual a 4,200 gramas, foi encerrada em um recipiente de volume interno igual a 336 mL, o qual foi enchido com nitrogênio puro, nas CNTP e hermeticamente fechado. Calcular qual será a composição porcentual

em massa da mistura sólida de polônio e chumbo, e a pressão da fase gasosa (nitrogênio e hélio), no fim de 276 dias, a 0 °C.

24 Uma amostra de 10 g de água de rio mostrou conter 8×10^{-18} átomos de trítio, ${}^{3}_{1}H$, por átomo de hidrogênio comum, ${}^{1}_{1}H$. O trítio se decompõe radioativamente com meia-vida de 12,26 anos. Quantos átomos de trítio restarão após 40 anos se a amostra for conservada intacta?

25 O ${}^{11}C$ é um β^+-emissor com meia-vida de 20,5 min.

a) Escrever a equação de desintegração do ${}^{11}C$.

b) Se foi preparada uma amostra de 1,000 g de ${}^{11}C$ puro, qual sua atividade em becquerels imediatamente após a preparação da mesma?

c) Qual a massa residual de ${}^{11}C$ (em g) exatamente 3,00 h após a preparação da amostra?

26 Complete as seguintes equações nucleares:

a) ${}^{23}_{11}Na + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{26}_{12}Mg + ?$

b) ${}^{10}_{5}B + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{13}_{7}N + ?$

27 (ITA) Um dos isótopos do einstênio, ${}^{253}_{99}Es$, quando bombardeado com partículas alfa, forma 1 isótopo do elemento X e 2 nêutrons. Os números atômico e de massa desse isótopo do elemento X são, respectivamente:

a) 99 e 257
b) 100 e 256
c) 100 e 255
d) 101 e 255
e) 101 e 257

28 Complete as seguintes representações de processos nucleares:

a) ${}^{24}Mg\ (d,\alpha)\ ?$
b) ${}^{26}Mg\ (d,p)\ ?$
c) ${}^{40}Ar\ (\alpha,p)\ ?$
d) ${}^{12}C\ (d,n)\ ?$
e) ${}^{130}Te\ (d,2n)\ ?$
f) ${}^{55}Mn\ (n,\gamma)\ ?$
g) ${}^{59}Co\ (n,\alpha)\ ?$

29 Uma reação nuclear natural, ocorrida na atmosfera terrestre, nos proporciona o método de datação de objetos arqueológicos através do

carbono-14. Na atmosfera, o nitrogênio é constantemente bombardeado por nêutrons provenientes dos raios cósmicos:

$$_0^1n + {}_7^{14}N \rightarrow {}_6^{14}C + {}_1^1p$$

Estes átomos de carbono-14 são radioativos, beta-emissores de baixa energia com uma meia-vida de 5730 anos, e são oxidados a CO_2, que é absorvido pelas plantas. Um equilíbrio natural entre a absorção de ^{14}C e sua desintegração radioativa é atingido, e vegetais vivos têm uma contagem constante de $15,3 \pm 0,1$ desintegrações beta por minuto por grama de carbono. Cessada a vida, a radioatividade decai segundo a meia-vida do carbono-14.

O processo de datação através do ^{14}C permitiu resolver uma antiga pendência sobre fatos bíblicos. Alguns historiadores defendiam que o **Livro de Isaías** teria sido escrito, na verdade, na Idade Média. A descoberta dos Pergaminhos do Mar Morto, numa caverna na Palestina, com a versão original do **Livro de Isaías**, deu para este achado arqueológico a idade de 1920 anos, o que o faria remontar aos primórdios da Era Cristã. Qual a atividade em beta-emissões por minuto por grama de carbono encontrada pelos pesquisadores?

30 A erupção do Monte Mazama, no sul do estado americano do Oregon, queimou muitas árvores e provocou o aparecimento do Lago da Cratera (Crater Lake), interessante lago a 4000 metros de altura. Carvão das árvores queimadas tem cerca de 44,6% da atividade de igual quantidade de carvão recente. Há quanto tempo ocorreu esta erupção?

31 Todas as amostras naturais de rubídio contêm ^{87}Sr, resultantes da desintegração beta do ^{87}Rb. No rubídio natural, 2785 de cada 10000 átomos são de ^{87}Rb. Um minério contendo 0,85% de rubídio foi analisado, e continha 0,0098% de estrôncio. Considerando que todo o estrôncio foi originado pelo decaimento beta do ^{87}Rb, estimar a idade do minério. A meia-vida do ^{87}Rb é $5,2 \times 10^{10}$ anos. A massa atômica do rubídio natural pode ser considerada 85,468.

32 Em quanto tempo 100 μg de ^{214}Pb se desintegram até 15 μg? O ^{214}Pb é um beta-emissor de meia-vida 26,8 min.

33 Qual a atividade de desintegração (em curies) de 0,5 mg de ^{22}Na? O ^{22}Na é um emissor de pósitron com meia-vida de 2,60 anos.

34 Para diagnósticos com radio-iodo costuma-se ministrar ao paciente cerca de 35 μCi desse isótopo. Qual a massa de ^{131}I presente na amostra? O ^{131}I é um beta-emissor com meia-vida de 8,05 dias.

35 Os mostradores luminosos de certos instrumentos contêm um alfa-emissor misturado a uma substância fosforecente, tal como o sulfeto de zinco. Se 150 μg de ^{226}Ra são necessários para um mostrador, quanto de ^{228}Th deve ser necessário para produzir a mesma luminescência? As meias-vidas do ^{226}Ra e do ^{228}Th são, respectivamente, 1620 anos e 1,91 anos.

36 Que volume de hélio nas CNTP (em mL) será produzido em um ano a partir de um grama de ^{210}Po? O ^{210}Po é um alfa-emissor de meia-vida 138,40 dias.

37 A análise de um minério de urânio indica a razão 0,3472 g de ^{206}Pb / 1,00 g de ^{238}U. Qual a idade dessa rocha? Para cada grama de ^{238}U atualmente presente, que volume de hélio nas CNTP terá sido produzido? A meia-vida do ^{238}U é $4,51 \times 10^9$ anos.

38 (ITA) Uma solução saturada em hidróxido de cálcio é preparada pela dissolução de excesso dessa substância em água na temperatura de 25 °C. Considere as afirmações seguintes relativas ao que acontece nos primeiros instantes (segundos) em que dióxido de carbono marcado com carbono quatorze (^{14}C) é borbulhado nesta mistura heterogênea:

I. Radioatividade será detectada na fase líquida.
II. Radioatividade será detectada na fase sólida.
III. O pH da fase líquida diminui.
IV. A massa de hidróxido de cálcio sólido permanece constante.
V. O sólido em contato com o líquido será uma mistura de carbonato e hidróxido de cálcio.

Das afirmações feitas, estão **corretas**

a) apenas I, II e V.
b) apenas I, III e IV.
c) apenas II, III e V.
d) apenas II e IV.
e) todas.

39 (Unicamp) A matéria orgânica viva contém uma relação $^{14}C/^{12}$ constante. Com a morte do ser vivo, essa razão vai se alterando ex-

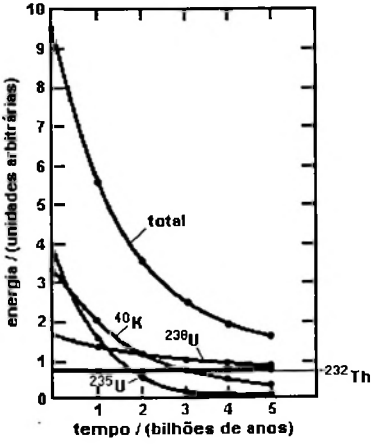
ponencialmente com o tempo, apresentando uma meia-vida de 5600 anos.

Constatou-se que um riacho, onde ocorreu uma grande mortandade de peixes, apresentava uma quantidade anômala de substâncias orgânicas. Uma amostra da água foi retirada para análise. Estudando-se os resultados analíticos referentes à relação $^{14}C/^{12}$, concluiu-se que a poluição estava sendo provocada por uma indústria petroquímica e não pela decomposição natural de animais ou plantas que tivessem morrido recentemente.

a) Como foi possível, com a determinação da relação $^{14}C/^{12}$, afirmar com segurança que o problema tinha se originado na indústria petroquímica?

b) Descreva, em poucas palavras, duas formas pelas quais a presença dessa matéria orgânica poderia ter provocado a mortandade de peixes.

40 (Unicamp) Existem várias hipóteses quanto à origem da Terra e sobre os acontecimentos que geraram as condições físico-químico-biológicas dos dias de hoje. Acredita-se que o nosso planeta tenha se formado há cerca de 4550 milhões de anos. Um dos estágios, logo no início, deve ter sido o seu aquecimento, principalmente pela radioatividade. A figura mostra a produção de energia a partir de espécies radioativas e suas abundâncias conhecidas na Terra.

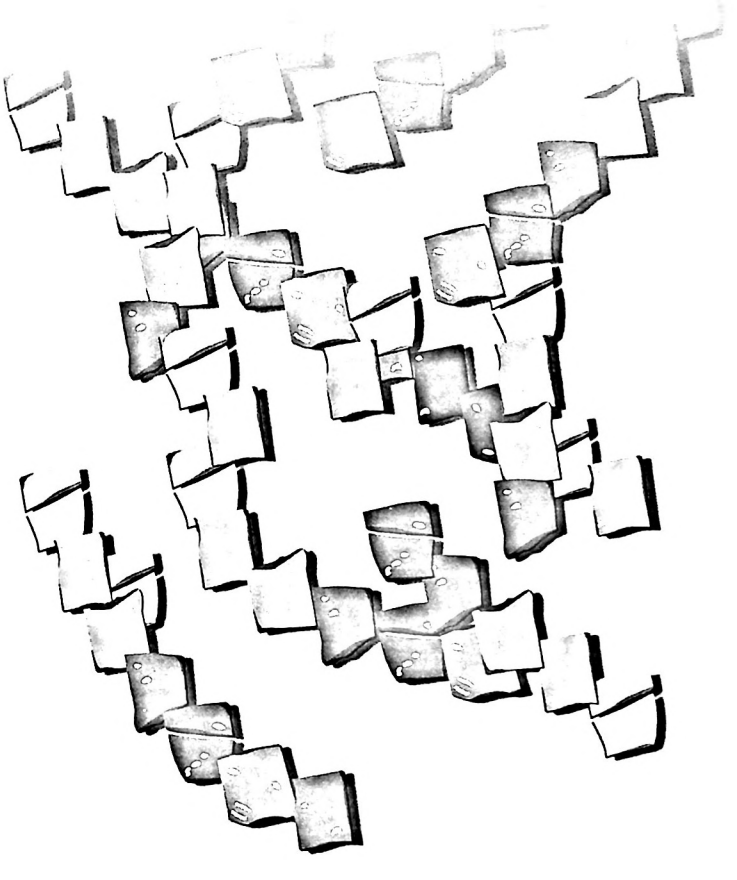


a) Quantas vezes a produção de energia radiogênica (radioativa) era maior na época inicial de formação da Terra, em relação aos dias atuais?

b) Quais foram os dois principais elementos responsáveis pela produção de energia radiogênica na época inicial de formação da Terra?

c) E nos dias de hoje, quais são os dois principais elementos responsáveis pela produção dessa energia?

Parte III
Química Orgânica



QUESTÕES GERAIS

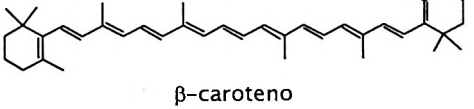
01 Em junho deste ano, foi noticiado que um caminhão transportando cilindros do composto t-butil mercaptana (2-metil-2-propanotiol) tombou na Marginal Pinheiros - cidade de São Paulo. Devido ao acidente, ocorreu o vazamento da substância. Quando adicionada ao gás de cozinha, tal substância fornece-lhe um odor desagradável. Assinale a opção que indica a fórmula molecular **correta** desse composto.

a) $(CH_3)_3CNH_2$
b) $(CH_3)_3CSH$
c) $(CH_3)_3CNHCH_3$
d) $(CH_3)_3CCH_2NH_2$
e) $(CH_3)_3CSCH_2OH$

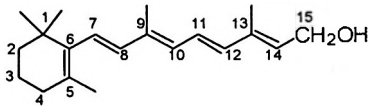
02 Assinale a opção que indica a substância que, entre as cinco, apresenta a maior temperatura de ebulição à pressão de 1 atm.

a) H_3CCHO
b) H_3CCOCH_3
c) H_3CCONH_2
d) H_3CCOOH
e) $H_3CCOOCH_3$

03 O β-caroteno, um pigmento amarelo-alaranjado encontrado na cenoura e em outras plantas, é o precursor biológico do trans-retinol ou vitamina A. Após ser ingerida, cada molécula de β-caroteno é convertida enzimaticamente em duas de trans-retinol e, posteriormente, em moléculas de 11-cis-retinal. Este último composto, por sua vez, forma um complexo com a proteína opsina, presente em células da retina chamadas bastonetes. Quando este complexo, conhecido como rodopsina, é exposto à luz visível, dissocia-se com a conversão do 11-cis-retinal em trans-retinal. Esta mudança de geometria desencadeia uma resposta dos bastonetes que é transmitida ao cérebro e percebida como um estímulo visual. De acordo com o exposto acima e considerando as estruturas apresentadas abaixo, determine:



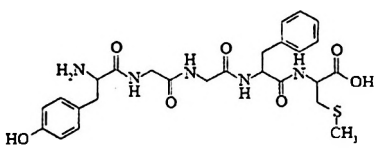
β-caroteno



Vitamina A

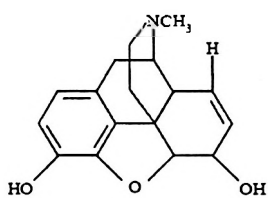
a) a fórmula molecular do β-caroteno;
b) as fórmulas estruturais planas do 11-cis-retinal e do trans-retinal;
c) a existência ou não de isomeria entre o trans-retinol e o trans-retinal, justificando sua resposta;
d) as funções orgânicas presentes na molécula do trans-retinol.

04 O composto mostrado abaixo é um tipo de endorfina, um dos neurotransmissores produzidos pelo cérebro.



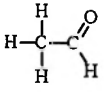
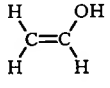
a) Transcreva a fórmula estrutural da molécula.
b) Circule todos os grupos funcionais.
c) Nomeie as funções de cada um dos grupos funcionais circulados.

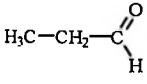
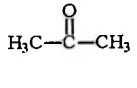
05 (ITA) A estrutura molecular da morfina está representada abaixo. Assinale a opção que apresenta dois dos grupos funcionais presentes nesta substância.

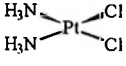
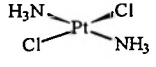


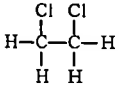
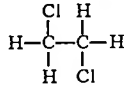
a) Álcool e éster.
b) Amina e éter.
c) Álcool e cetona.
d) Ácido carboxílico e amina.
e) Amida e éster.

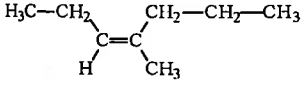
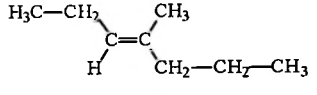
06 (ITA) Assinale a opção que contém o par de substâncias que, nas mesmas condições de pressão e temperatura, apresenta propriedades físico-químicas iguais.

a)  

b)  

c)  

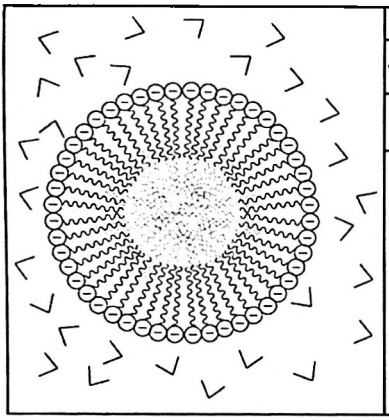
d)  

e)  

07 (ITA) Certa substância **Y** é obtida pela oxidação de uma substância **X** com solução aquosa de permanganato de potássio. A substância **Y** reage tanto com o bicarbonato presente numa solução aquosa de bicarbonato de sódio como com álcool etílico. Com base nestas informações, é **correto** afirmar que:

a) **X** é um éter.
b) **X** é um álcool.
c) **Y** é um éster.
d) **Y** é uma cetona.
e) **Y** é um aldeído.

08 Os sabões são utilizados, em geral, para remover gorduras. Esse processo envolve a formação de micelas - aglomerados de moléculas de sabão, de gordura e de água, que interagem entre si. Normalmente, as micelas assemelham-se a esferas, em cuja superfície estão orientados os grupos carboxilato das moléculas de sabão, que interagem com a água. No interior das micelas, as moléculas de gordura interagem com a cadeia carbônica das moléculas de sabão. Nesta figura, está representada uma micela formada em meio aquoso:



Indique o tipo de interação intermolecular mais intensa existente nas situações que se seguem.

a) Entre a cadeia carbônica de uma molécula de sabão e uma molécula de gordura.

b) Entre um grupo carboxilato do sabão e uma molécula de água.

c) Quando a acidez da água utilizada para limpeza é alta, observa-se que a capacidade desengordurante do sabão diminui. **Justifique** a perda de eficiência do sabão nesse caso.

09 Considere a equação que representa uma reação química não balanceada:

$$CH_3COOH + X \xrightarrow{P_2O_5} H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + Y$$

A opção que contém as substâncias I e II que participam da reação em questão é

a) $X = CH_3CH_2OH$; $Y = H_2O$.
b) $X = CH_3COONa$; $Y = NaOH$.
c) $X = CH_3COCl$; $Y = HCl$.
d) $X = CH_3COOH$; $Y = H_2O$.
e) $X = CH_3CONH_2$; $Y = NH_3$.

10 (ITA) Considere os seguintes ácidos:

I. CH_3COOH.

II. CH_3CH_2COOH.

III. CH_2ClCH_2COOH.

IV. $CHCl_2CH_2COOH$.

V. CCl_3CH_2COOH

Assinale a opção que contém a seqüência **correta** para a ordem crescente de caráter ácido:

a) I < II < III < IV < V.
b) II < I < III < IV < V.
c) II < I < V < IV < III.
d) III < IV < V < II < I.
e) V < IV < III < II < I.

11 (ITA) Considere as afirmações:

I. Propanal é um isômero da propanona.

II. Etil-metil-éter é um isômero do propan-2-ol.

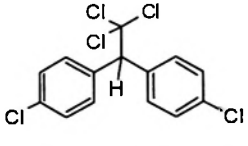
III. Propan-1-ol é um isômero do propan-2-ol.

IV. Propilamina é um isômero da trimetilamina.

Estão **corretas**:

a) Todas.
b) Apenas I, II e III.
c) Apenas I e II.
d) Apenas II e IV.
e) Apenas III e IV.

12 (Fuvest) O inseticida DDT tem fórmula estrutural como mostrada na figura a seguir.



Existem DDT levogiro e dextrogiro ? Justifique.

13 Uma substância apresentou as seguintes características:

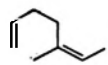
I. Descora solução de Br_2 em CCl_4.

II. Absorve apenas um mol de H_2 quando submetida à reação de hidrogenação catalítica.

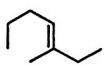
III. Pode apresentar-se sob duas formas enantioméricas.

Uma fórmula estrutural possível para essa substância é

a)

b) 

c)

d) 

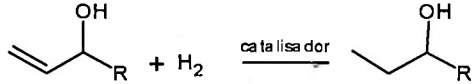
e)

14 (Unicamp) As plantas necessitam se comunicar com insetos e mesmo com animais superiores na polinização, frutificação e maturação. Para isso, sintetizam substâncias voláteis que os atraem. Um exemplo desse tipo de substâncias é o 3-penten-2-ol, encontrado em algumas variedades de manga, morango, pêssego, maçã, alho, feno e até mesmo em alguns tipos de queijo como, por exemplo, o parmesão. Alguns dos seus isômeros atuam também como feromônios de agregação de certos insetos.

a) Sabendo que o 3-penten-2-ol apresenta isomeria cistrans, desenhe a fórmula estrutural da forma trans.

b) O 3-penten-2-ol apresenta também outro tipo de isomeria. Diga qual é, e justifique a sua resposta utilizando a fórmula estrutural.

15 (UFRJ) A equação a seguir ilustra a hidrogenação do álcool insaturado e opticamente ativo **A**, de massa molecular **m**, que fornece um outro álcool **B**, de massa molecular **m+2**, porém sem atividade óptica.



Forneça a nomenclatura IUPAC e a estrutura em bastão de **B**.

16 (UERJ) Hidrocarbonetos de fórmula geral C_nH_{2n} podem ser diferenciados pelo teste de Bayer. Tal teste consiste na reação desses hidrocarbonetos com solução neutra diluída de permanganato de potássio - $KMnO_4$ - que possui coloração violeta. Considere hidrocarbonetos contendo 5 átomos de carbono, que se enquadrem na fórmula geral C_nH_{2n}.

a) Indique a fórmula estrutural de um hidrocarboneto com cadeia

normal que reage positivamente ao teste de Bayer e justifique sua resposta.

b) Dentre os hidrocarbonetos que não reagem ao teste, um apresenta isomeria geométrica e outro possui apenas carbonos secundários. Cite seus nomes oficiais.

17 (UNICAMP) Esta prova é uma homenagem à Química, evidenciando alguns de seus aspectos relevantes que ajudaram a entender, a continuar ou a melhorar a vida na Terra. Comecemos por procurar entender, do ponto de vista químico, a origem da vida na Terra.

Ainda hoje persiste a dúvida de como surgiu a vida na Terra. Na década de 50, realizou-se um experimento simulando as possíveis condições da atmosfera primitiva (pré-biótica), isto é, a atmosfera existente antes de originar vida na Terra. A idéia era verificar como se comportariam quimicamente os gases hidrogênio, metano, amônia e o vapor d'água na presença de faíscas elétricas, em tal ambiente. Após a realização do experimento, verificou-se que se havia formado um grande número de substâncias. Dentre estas, detectou-se a presença do mais simples α-aminoácido que existe.

a) Sabendo-se que este aminoácido possui dois átomos de carbono, escreva sua fórmula estrutural.

b) Este aminoácido poderia desviar o plano da luz polarizada? Justifique.

c) Escreva a fórmula estrutural da espécie química formada quando este aminoácido é colocado em meio aquoso muito ácido.

18 (ITA) Considere os seguintes compostos orgânicos:

I. 2-Clorobutano.
II. Bromoclorometano.
III. 2,3-dicloropentano.
IV. 1, 2, 4-tricloropentano.

Assinale a opção que apresenta as quantidades **corretas** de carbonos quirais nos retrospectivos compostos anteriores:

a) 0 em I; 1 em II; 2 em III; 3 em IV.
b) 1 em I; 0 em II; 2 em III; 2 em IV.
c) 0 em I; 0 em II; 1 em III; 3 em IV.
d) 1 em I; 1 em II; 1 em III; 2 em IV.
e) 1 em I; 0 em II; 1 em III; 2 em IV.

19 (ITA) Assinale a alternativa que contém a afirmação **falsa** em relação a comparação das propriedades do propan-1-ol com o butan-1-ol.

a) A temperatura de ebulição do butan-1-ol é maior.

b) Na mesma temperatura, a pressão de vapor do propan-1-ol é maior.

c) Nas mesmas condições de operação, a volatilidade do butan-1-ol é maior.

d) O propan-1-ol é mais solúvel em água.

e) O butan-1-ol é mais solúvel em n-hexano

20 (ITA) Assinale a alternativa **errada** relativa à comparação do ponto de ebulição de algumas substâncias orgânicas.

a) A etilamina tem ponto de ebulição maior que o do éter metílico.

b) O n-butanol tem ponto de ebulição maior que o do n-pentano.

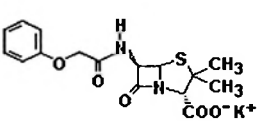
c) O éter metílico tem ponto de ebulição maior que o do etanol.

d) O etanol tem ponto de ebulição maior que o do etanal.

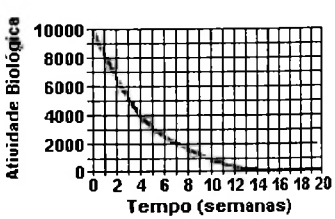
e) O butanol tem ponto de ebulição maior que o do éter etílico.

21 (UFRJ) Existem diversos tipos de penicilinas, já que uma mesma penicilina não é ativa contra todas as espécies de bactérias. Elas são denominadas pela indústria farmacêutica penicilinas N, G, V, O, etc. As penicilinas apresentam estruturas quirais e a atividade biológica das penicilinas está associada a esta quiralidade.

a) A penicilina estocada na temperatura ambiente perde sua atividade biológica. Medidas da atividade biológica deste antibiótico com o tempo (expresso em semanas) são apresentadas adiante. Usando o gráfico, encontre o tempo de meia-vida, em relação à atividade biológica, deste medicamento (penicilina).



Estrutura da Penicilina V



b) No caso da penicilina V, mostrada na figura acima, a forma dextrógira tem uma atividade biológica de 1696 unidades/mg, e a mistura racêmica de 848 unidades/mg (metade da atividade da forma dextrogira). A partir deste dado, explique qual deve ser a atividade biológica da forma levogira.

22 Existem cinco compostos aromáticos diferentes, aqui representados pelas letras **A**, **B**, **C**, **D** e **E**, com a fórmula molecular C_7H_8O.

a) **A**, **B** e **C** são isômeros de posição. Identifique a função química desses compostos.

b) Escreva a fórmula estrutural do composto **D**, sabendo que seu ponto de ebulição é maior que o de **E**.

23 **(UERJ)** Um dos métodos de obtenção de ácido etanóico está esquematicamente mostrado a seguir:

a) Para cada um dos produtos **X** e **Y** formados na reação acima, escreva a estrutura de um isômero plano em função.

b) Sabendo-se que os pontos de ebulição dos produtos **X** e **Y** são respectivamente 118 °C e 78 °C, apresente duas justificativas para essa diferença.

24 **(ITA)** Considere os seguintes álcoois:

I. Etanol
II. n-Propanol
III. n-Butanol
IV. n-Pentanol
V. n-Hexanol

Assinale a opção **correta** em relação a comparação das solubilidades em água, a 25 °C, dos seguintes álcoois:

a) Etanol > n-propanol > n-butanol > n-pentanol > n-hexanol.
b) Etanol ≈ n-propanol > n-butanol > n-pentanol > n-hexanol.
c) Etanol ≈ n-propanol > n-butanol ≈ n-pentanol > n-hexanol.
d) Etanol > n-propanol > n-butanol > n-pentanol < n-hexanol.
e) Etanol < n-propanol < n-butanol < n-pentanol < n-hexanol.

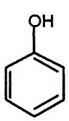
25 (UFRJ) Um determinado produto, utilizado em limpeza de peças, foi enviado para análise, a fim de determinarem-se os componentes de sua fórmula. Descobriu-se, após um cuidadoso fracionamento, que o produto era composto por três substâncias diferentes, codificadas como A, B e C. Cada uma destas substâncias foi analisada e os resultados podem ser vistos na tabela a seguir.

Substância	Fórmula molecular	Ponto de ebulição (°C)	Oxidação branda
A	C_3H_8O	7,9	não reage
B	C_3H_8O	82,3	produz cetona
C	C_3H_8O	97,8	produz aldeído

a) Com base nos resultados da tabela, dê o nome e escreva a fórmula estrutural do produto da oxidação branda de B.

b) Escreva as fórmulas estruturais de A e de C e explique por que o ponto de ebulição de A é menor do que o ponto de ebulição de C.

26 (FUVEST) O fenol, substância de caráter ácido, tem a fórmula estrutural a seguir:



a) Sob mesma pressão, o ponto de ebulição do fenol deve ser maior ou menor do que o do benzeno? Explique sua resposta.

b) Escreva a equação da reação do fenol, atuando como doador de prótons, com amônia.

c) A 25 °C, uma solução aquosa de fenol de concentração 1,0 mol/L apresenta pH = 5,0. Calcule o valor da constante de dissociação do fenol em água, a essa temperatura.

27 A etilamina e a dimetilamina são substâncias orgânicas isômeras, de fórmula molecular C_2H_7N, que apresentam caráter básico acentuado. Quando dissolvidas na água, em condições reacionais idênticas, elas se ionizam e possuem constantes de basicidade representadas, respectivamente, por K_1 e K_2.

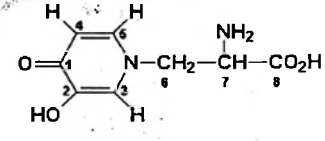
a) Indique a ordem decrescente das constantes K_1 e K_2 e escreva

a equação química que representa a ionização da etilamina em meio aquoso.

b) Foram dissolvidos 2,25 g de etilamina em quantidade de água suficiente para o preparo de 500 mL de uma solução aquosa. Supondo que, sob determinada temperatura, esse soluto encontra-se 10% ionizado, determine a concentração de íons OH^-, em mol / L.

28 (UERJ) Na indústria petroquímica, a expressão "adoçar o petróleo" corresponde à adição de aminas leves às frações gasosas do petróleo para eliminação de sua acidez. Considerando as aminas isômeras de fórmula molecular C_3H_9N, indique a fórmula estrutural plana da amina que possui caráter básico mais acentuado.

29 (ITA) Um produto natural encontrado em algumas plantas leguminosas apresenta a seguinte estrutura:

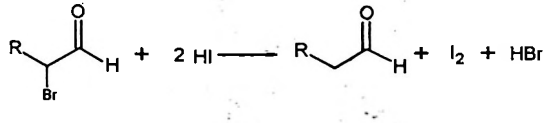


a) Quais são os grupos funcionais presentes nesse produto?

b) Que tipo de hibridização apresenta cada um dos átomos de carbono desta estrutura?

c) Quantas são as ligações sigma e pi presentes nesta substância?

30 (UFF) Se 15,1 g de um aldeído monobromado reagem com HI, são produzidos 25,4 g de I_2, de acordo com a reação

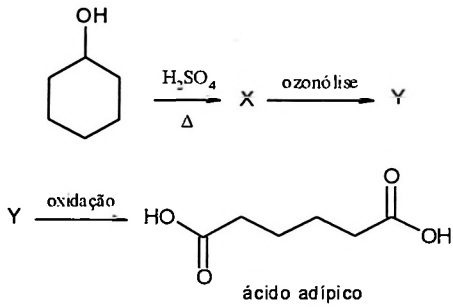


em que R é um radical orgânico composto, apenas , por C e H. Com base nessas informações, escreva:

a) a fórmula química do grupamento R;

b) o nome oficial (IUPAC) e a fórmula estrutural do aldeído monobromado.

31 (UFF) O ácido adípico, um composto orgânico dicarboxilado, é uma das matérias primas para a fabricação do nylon 66 (polímero sintético). Este ácido pode ser obtido por meio da seguinte seqüência reacional:



ácido adípico

Pede-se:

a) as fórmulas estruturais de X e Y;

b) a composição centesimal de X;

c) a função a que pertence a substância Y.

32 (UERJ) Muitos produtos, como por exemplo balas e chicletes, contêm no rótulo a informação de que possuem flavorizantes, substâncias que imitam sabor e odor de frutas. O etanoato de isobutila, flavorizante de morango, é uma delas.

a) Escreva a fórmula estrutural plana do etanoato de isobutila e indique a função química a que pertence.

b) Escreva a equação química correspondente à sua obtenção.

33 (UFRJ) Em artigo publicado em 1968 na revista Science, Linus Pauling criou o termo "psiquiatria ortomolecular", baseado no conceito de que a variação da concentração de algumas substâncias presentes no corpo humano estaria associada às doenças mentais. Por exemplo, sabe-se hoje que a variação da concentração de ácido glutâmico ($C_5H_9NO_4$) tem relação com diversos tipos e graus de problemas mentais.

a) Sabendo que o ácido glutâmico:

- apresenta cadeia normal com 5 átomos de carbono,
- é um ácido dicarboxílico saturado,
- apresenta um grupamento amino,

• apresenta carbono assimétrico,
escreva a fórmula estrutural deste ácido.

b) Determine o número total de átomos existentes em 0,5 mol de ácido glutâmico.

34 **(UNESP)** Há quatro aminas de fórmula molecular C_3H_9N.

a) Escreva as fórmulas estruturais das quatro aminas.

b) Qual dessas aminas tem ponto de ebulição menor que as outras três? Justifique a resposta em termos de estrutura e forças intermoleculares.

35 **(Unicamp)** O ácido para-amino-benzóico (PABA) já foi muito utilizado em protetores solares, por conseguir absorver uma parte da radiação ultravioleta oriunda da luz solar. O PABA pode ser considerado como derivado do benzeno no qual um hidrogênio foi substituído por um grupo carboxila e outro por um grupo amino.

a) Escreva a fórmula estrutural do PABA.

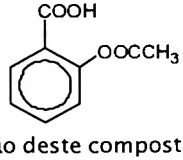
b) Um di-peptídeo é uma molécula formada pela união entre dois amino-ácidos através de uma ligação peptídica. Escreva a fórmula estrutural de uma molécula que seria formada pela união de duas moléculas de PABA através de uma ligação peptídica.

36 **(UFPR)** O propanal reage com o cloreto de metilmagnésio dando um produto de adição, o qual, por hidrólise, produz o composto orgânico A. Pedem-se:

a) a reação citada.

b) o nome do composto A, a função à qual pertence e, se for o caso, sua classificação quanto à posição do grupo funcional na cadeia carbônica.

37 **(ITA)** Sabemos que o analgésico sintetizado por A. Bayer tem a fórmula estrutural mostrada a seguir:



Em relação à constituição deste composto, qual das opções a seguir contém a afirmação **errada**? Este composto contém:

a) Um grupo carboxila.
b) Um anel aromático e um grupo carboxila.
c) Um grupo éter e um anel aromático.
d) Um grupo éster e um grupo carboxila.
e) Um anel aromático, um grupo éster e um grupo carboxila.

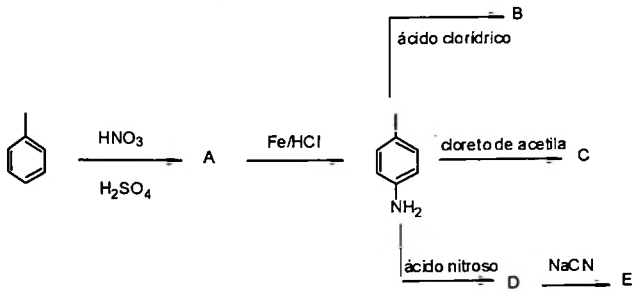
38 (FUVEST) Os pontos de ebulição, sob pressão de 1 atm, da propanona, butanona, pentan-3-ona e hexan-3-ona são, respectivamente, 56, 80, 101 e 124 °C. Estabeleça uma relação entre as estruturas e os pontos de ebulição.

39 (Unicamp) Considere os álcoois butan-1-ol e butan-2-ol ambos de fórmula molecular C_4H_9OH. Qual deles produzirá, por oxidação, um aldeído e uma cetona?

40 A análise elementar de um determinado ácido carboxílico resultou na fórmula mínima C_2H_4O. Determinada amostra de 0,550 g desse ácido foi dissolvida em água, obtendo-se 100 mL de solução aquosa. A esta, foram adicionadas algumas gotas de fenolftaleína e, lentamente, uma solução aquosa de hidróxido de sódio, de concentração 0,100 mol/L. A cada adição, a mistura era agitada e, quando já tinham sido adicionados 62,4 mL da solução de hidróxido de sódio, a mistura, que era incolor, tornou-se rósea. Para o ácido analisado,
a) calcule a massa molar.
b) determine a fórmula molecular.
c) dê as possíveis fórmulas estruturais.
d) dê as fórmulas estruturais de dois ésteres isômeros do ácido considerado.

41 (UNIFESP) Um composto de fórmula molecular C_4H_9Br, que apresenta isomeria óptica, quando submetido a uma reação de eliminação (com KOH alcoólico a quente), forma como produto principal um composto que apresenta isomeria geométrica (cis e trans).
a) Escreva as fórmulas estruturais dos compostos orgânicos envolvidos na reação.
b) Que outros tipos de isomeria pode apresentar o composto de partida C_4H_9Br? Escreva as fórmulas estruturais de dois dos isômeros.

42 (IME) Determine, na seqüência de reações abaixo, os principais produtos (A, B, C, D e E) em cada caso.



43 (IME) Um mol de um composto orgânico A, de fórmula molecular $C_{10}H_{16}$, reage no máximo com 2 mols de bromo na ausência de luz. A ozonólise de A fornece um único composto com fórmula molecular $C_5H_8O_2$, que dá resultado negativo no teste de Tollens. Com base nestes dados, determine duas estruturas possíveis para A, justificando sua resposta.

44 (IME) Proponha uma síntese para o TNT (2,4,6-trinitrotolueno) a partir do carbeto de cálcio e de outras matérias-primas convenientes.

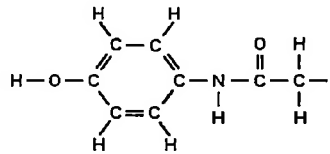
45 (IME) Um composto orgânico A, de fórmula molecular C_9H_{10}, quando tratado com hidrogênio, na presença de um catalisador, fornece um composto B de massa molecular duas unidades maior que A. Oxidando A ou B com $KMnO_4$ e KOH, obtém-se o composto C, de fórmula molecular $C_7H_5O_2K$. A reação de B com uma solução de HNO_3 e H_2SO_4 fornece dois isômeros D e E.

Finalmente, quando A é tratado com O_3 e, em seguida, com zinco em pó, obtém-se um composto F, com fórmula molecular C_8H_8O, o qual apresenta resultado negativo no teste de Tollens. Com base nas informações acima, forneça as fórmulas estruturais planas dos compostos A, B, C, D, E e F e justifique sua resposta, apresentando as respectivas reações.

46 (ITA) Qual das opções apresenta uma substância que ao reagir com um agente oxidante ([O]), em excesso, produz um ácido carboxílico?

a) 2-propanol.
b) 2-metil-2-propanol.
c) ciclobutano.
d) propanona.
e) etanol.

47 (ITA) Em relação ao paracetamol, que é um analgésico muito consumido, cuja fórmula é:



a) Quais os grupos funcionais presentes no paracetamol?

b) Quais os tipos de hibridização de cada um dos oito átomos de carbono do paracetamol?

c) Quantas e quais são as ligações sigma e pi presentes no paracetamol?

Sugestão: Suas respostas ficarão mais apropriadas se você redesenhar a fórmula, numerar os carbonos, etc.

REAÇÕES ORGÂNICAS

01 (Unicamp) A Química está presente em toda atividade humana, mesmo quando não damos a devida atenção a isso... Esta história narra um episódio no qual está envolvido um casal de policiais técnicos, nossos heróis, famosos pela sagacidade, o casal Mitta: Dina Mitta, mais conhecida como "Estrondosa" e Omar Mitta, vulgo "Rango". A narrativa que se segue é ficção. Qualquer semelhança com a realidade é pura coincidência.

Observando o local do incêndio, nossos heróis perceberam que aquele não era o lugar ideal para guardar nem medicamentos, nem reagentes destinados ao laboratório de análises da empresa. Apesar disso, o local era considerado o mais seguro e, como também era refrigerado, fora o escolhido. Destruição geral! Como a explosão fora seguida de incêndio e de outras explosões, o teto e as janelas foram destruídos, e a chuva, apesar de ajudar a extinguir o fogo, também causou estragos. Examinando com cuidado o local, Rango observou várias garrafas e garrafões quebrados além de uma estante metálica caída e uma geladeira destruída... Preso aos cacos de um garrafão de 5 litros, pôde ler num rótulo: "Éter etílico". O volume do almoxarifado foi estimado em 82 metros cúbicos. - E se o éter de 5 garrafões, contendo 4 kg de éter, cada um, houvesse se evaporado naquela sala?... - perguntou-se Rango.

a) Considerando o conteúdo de cinco garrafões, qual a pressão parcial aproximada do éter ($C_4H_{10}O$) que evaporou no almoxarifado, supondo que ele tivesse se distribuído uniformemente e considerando as propriedades de gás ideal? Constante universal dos gases = 0,082 atm $L\ K^{-1}\ mol^{-1}$. Temperatura = 27 °C.

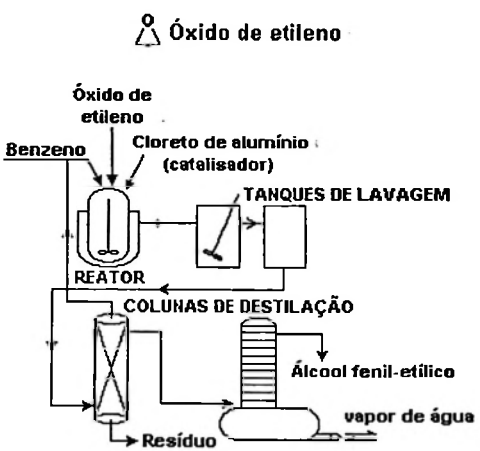
b) Se apenas 10% do vapor de éter tivesse se queimado, qual a energia liberada em joules?

Dado: $\Delta H = -2530 kJ\ mol^{-1}$ (combustão do éter).

Texto para as próximas 2 questões

Um dos isômeros do álcool fenil-etílico é um álcool primário muito empregado em formulações de perfumes. Esse composto possui aroma de rosas, ocorrendo nos óleos voláteis da rosa, da flor de laranjeira e de outras flores. Industrialmente, pode ser obtido a partir do óxido de etileno.

02 (UFRJ) Escreva, utilizando a representação em bastão para os compostos orgânicos, a equação completa e balanceada da reação de obtenção do álcool fenil-etílico esquematizada no fluxograma.



Fluxograma do Processo Industrial

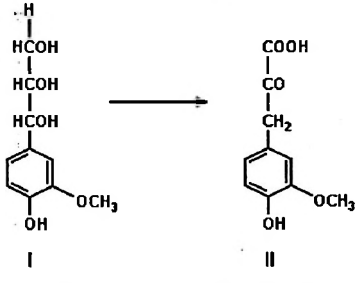
03 (UFRJ) Escreva a fórmula em bastão e nomenclatura do isômero do óxido de etileno que apresenta grupamento carbonila.

04 (Unicamp) Vivemos em uma época notável. Os avanços da ciência e da tecnologia nos possibilitam entender melhor o planeta em que vivemos. Contudo, apesar dos volumosos investimentos e do enorme esforço em pesquisa, a Terra ainda permanece misteriosa. O entendimento desse sistema multifacetado, físico-químico-biológico, que se modifica ao longo do tempo, pode ser comparado a um enorme quebra-cabeças. Para entendê-lo, é necessário conhecer suas partes e associá-las. Desde fenômenos inorgânicos até os intrincados e sutis processos biológicos, o nosso desconhecimento ainda é enorme. Há muito o que aprender. Há muito trabalho a fazer. Nesta prova, vamos fazer um pequeno ensaio na direção do entendimento do nosso planeta, a Terra, da qual depende a nossa vida.

É voz corrente que, na Terra, tudo nasce, cresce e morre dando a impressão de um processo limitado a um início e a um fim. No entanto, a vida é permanente transformação. Após a morte de organismo

vivos, a decomposição microbiológica é manifestação de ampla atividade vital. As plantas, por exemplo, contêm lignina, que é um complexo polimérico altamente hidroxilado e metoxilado, multi-ramificado. Após a morte do vegetal, ela se transforma pela ação microbiológica.

A substância I, cuja fórmula estrutural é mostrada no esquema a seguir, pode ser considerada como um dos fragmentos de lignina. Esse fragmento pode ser metabolizado por certos microorganismos, que o transformam na substância II.



I II

a) Reproduza a fórmula estrutural da substância II, identifique e dê os nomes de três funções nela presentes.

b) Considerando as transformações que ocorrem de I para II, identifique um processo de oxidação e um de redução, se houver.

Texto para as próximas questões

Vestibular, tempo de tensões, de alegrias, de surpresas... Naná e Chuá formam um casal de namorados. Eles estão prestando o Vestibular da Unicamp 2001. Já passaram pela primeira fase e agora se preparam para a etapa seguinte. Hoje resolveram rever a matéria de Química. Arrumaram o material sobre a mesa da sala e iniciaram o estudo:

- Será que estamos preparados para esta prova? - pergunta Naná.

- Acho que sim! - responde Chuá. - O fato de já sabermos que Química não se resume à regra de três e à decoração de fórmulas nos dá uma certa tranqüilidade.

- Em grande parte graças à nossa professora - observa Naná.

- Bem, vamos ao estudo!

05 (Unicamp) Você se lembra daquela questão da primeira fase, sobre a camada de ácido orgânico que formava um círculo sobre a água? – diz Chuá.

– Se lembro! - responde Naná. – Nós a resolvemos com certa facilidade pois conseguimos visualizar a camada de moléculas, usando a imaginação. E se a banca resolvesse continuar com esse tema na segunda fase? – sugere Chuá.

– Será? - pergunta Naná.

– Bem, já que estamos estudando, vamos imaginar perguntas e depois respondê-las.

– Por exemplo, na experiência relatada, formava-se uma única camada do ácido orgânico sobre a água. Hoje sabemos que se trata do ácido oléico, que tem uma dupla ligação na cadeia:
$(CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7CO_2H)$, ou simplesmente $R{-}CO_2H$).

a) Na experiência foram usados $1{,}4 \times 10^{-5}$ g de ácido, que correspondem a aproximadamente 3×10^{16} moléculas. Se essa quantidade de ácido reagisse completamente com iodo, quantos gramas de iodo seriam gastos?

– Esta é tranqüila - vibra Chuá! - Basta saber como o iodo reage com a molécula do ácido oléico e fazer um cálculo muito simples. Vamos ver uma outra questão que não envolva cálculo!

b) Como ocorre a interação das moléculas do ácido oléico com as da água, na superfície deste líquido?

06 (Unicamp) – Será que pode cair alguma questão assim?

– Não sei! Mas não custa imaginar um pouco. Assim estamos exercitando o raciocínio e a memória. Sonhar também é bom – diz Naná.

– Por falar em sonho, li numa revista que alguns cientistas estão sugerindo que a oleamida ($C_{18}H_{35}NO$), uma amida derivada do ácido oléico, é uma das substâncias responsáveis pelo sono. Somente o isômero cis apresenta esta atividade.

a) Qual é a representação química da função amida?

b) Qual é a fórmula estrutural do isômero da oleamida que, segundo esses cientistas, apresenta atividade relacionada ao sono?

– Há indícios de que, quando a oleamida atinge uma dada concentração no organismo, o sono aparece. Ao longo do sono, essa substância é hidrolisada a ácido oléico, o que faz diminuir gradativamente a sua concentração, levando a pessoa a despertar – observa Naná.

– Puxa! Que interessante! – diz Chuá.

c) Escreva a equação que representa a reação de hidrólise da oleamida.

07 (Unicamp) - Vamos considerar duas buretas lado a lado. Numa se coloca água e na outra n-hexano, mas não digo qual é qual. Pego agora um bastão de plástico e atrito-o com uma flanela. Abro as torneiras das duas buretas, deixando escorrer os líquidos que formam "fios" até caírem nos frascos coletores. Aproximo o bastão de plástico e o posiciono no espaço entre os dois fios, bem próximo dos mesmos.

a) A partir da observação do experimento, como se pode saber qual das duas buretas contém n-hexano? Por quê? Explique fazendo um desenho.

- Hi! Esta questão me entortou! Deixe-me pensar um pouco... Ah! Já sei!... Pergunte mais! - diz Naná.

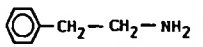
b) Se em lugar de água e de n-hexano fossem usados trans-1,2-dicloroeteno e cis-1,2-dicloroeteno, o que se observaria ao repetir o experimento?

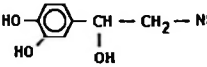
08 (UFSCAR) Dois isômeros de fórmula molecular $C_4H_{10}O$, rotulados como compostos **I** e **II**, foram submetidos a testes físicos e químicos de identificação. O composto **I** apresentou ponto de ebulição igual a 83 °C e o composto **II** igual a 35 °C. Ao reagir os compostos com solução violeta de permanganato de potássio em meio ácido, a solução não descoloriu em nenhum dos casos.

a) Que tipo de isomeria ocorre entre esses compostos? Por que o isômero **I** apresenta maior ponto de ebulição?

b) Explique por que o isômero **I** não reagiu com a solução ácida de $KMnO_4$. Qual o nome IUPAC do composto **I**?

09 (FUVEST) A seguir são dadas as fórmulas de dois compostos que agem no sistema nervoso simpático:

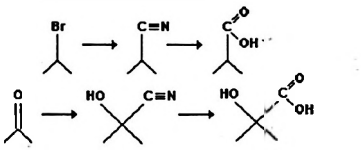
(I)  β-feniletilamina, encontrada no chocolate e

(II)  adrenalina, um hormônio animal, estimulante cardíaco.

a) escreva a equação da reação de β-feniletilamina com o ácido clorídrico.

b) Quais são as funções orgânicas que devem ser responsáveis pela propriedade fisiológica particular da adrenalina?

10 (FUVEST) A hidrólise ácida de uma nitrila produz um ácido carboxílico. As nitrilas podem ser preparadas pela reação de um haleto de alquila com cianeto de sódio ou pela reação de um composto carbonílico com ácido cianídrico, como ilustrado abaixo:

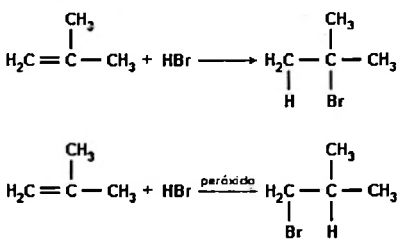


Essas transformações químicas foram utilizadas para preparar, em laboratório, ácido cítrico. Assim sendo, dê a fórmula estrutural

a) do ácido cítrico. b) de B.

c) de A.

11 (FUVEST) A adição de HBr a um alceno pode conduzir a produtos diferentes caso, nessa reação, seja empregado o alceno puro ou o alceno misturado a uma pequena quantidade de peróxido.



a) O 1-metilciclopenteno reage com HBr de forma análoga. Escreva, empregando fórmulas estruturais as equações que representam a adição de HBr a esse composto na presença e na ausência de peróxido.

b) Dê as fórmulas estruturais dos metilciclopentenos isoméricos (isômeros de posição).

c) Indique o metilciclopenteno do item b que forma, ao reagir com HBr, quer na presença, quer na ausência de peróxido, uma mistura de metilciclopentanos monobromados que são isômeros de posição. Justifique.

12 (FUVEST) A reação de um alceno com ozônio, seguida da reação do produto formado com água, produz aldeídos ou cetonas ou misturas desses compostos. Porém, na presença de excesso de peróxido de hidrogênio, os aldeídos são oxidados a ácidos carboxílicos ou a CO_2, dependendo da posição da dupla ligação na molécula do alceno:

$$CH_3CH = CH_2 \rightarrow CH_3COOH + CO_2$$
$$CH_3CH = CHCH_3 \rightarrow 2\ CH_3COOH$$

Determinado hidrocarboneto insaturado foi submetido ao tratamento acima descrito, formando-se os produtos abaixo, na proporção, em mols, de 1 para 1 para 1:

$$HOOCCH_2CH_2CH_2COOH \qquad CO_2 \qquad \text{ácido propanóico}$$

a) Escreva a fórmula estrutural do hidrocarboneto insaturado que originou os três produtos acima.

b) Dentre os isômeros de cadeia aberta de fórmula molecular C_4H_8, mostre os que não podem ser distinguidos, um do outro, pelo tratamento acima descrito. Justifique.

13 (FUVEST) A "química verde", isto é, a química das transformações que ocorrem com o mínimo de impacto ambiental, está baseada em alguns princípios:

1) utilização de matéria-prima renovável,

2) não geração de poluentes,

3) economia atômica, ou seja, processos realizados com a maior porcentagem de átomos dos reagentes incorporados ao produto desejado.

Analise os três processos industriais de produção de anidrido maléico, representados pelas seguintes equações químicas:

I.

II.

III.

a) Qual deles apresenta maior economia atômica? Justifique.

b) Qual deles obedece pelo menos a dois princípios dentre os três citados? Justifique.

c) Escreva a fórmula estrutural do ácido que, por desidratação, pode gerar o anidrido maléico.

d) Escreva a fórmula estrutural do isômero geométrico do ácido do item c.

14 (FUVEST) Quando acetaldeído é tratado com solução aquosa de hidróxido de sódio, forma-se um aldol (composto que contém os grupos OH e C = O), ver figura 1.

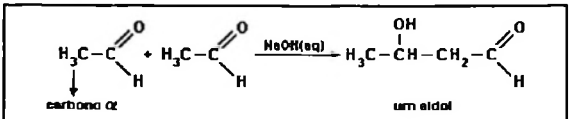


figura 1

Essa reação, chamada de reação aldólica, ocorre com aldeídos e cetonas, que possuem pelo menos um átomo de hidrogênio ligado ao átomo de carbono alfa em relação ao grupo carbonila. Considere os compostos da figura 2.

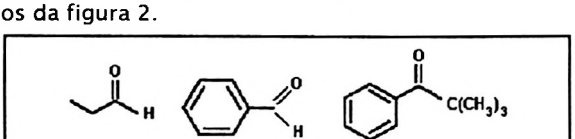


figura 2

a) Se os compostos acima forem tratados, separadamente, com solução aquosa de hidróxido de sódio, apenas um deles produzirá um aldol. Escreva a fórmula estrutural completa (com todos os átomos de C, H e O) desse reagente. Justifique por que os demais compostos não darão a reação aldólica nestas condições.

b) Escreva a equação química que representa a transformação citada no item a, dando a fórmula estrutural do aldol formado.

15 (FUVEST) Uma reação química importante, que deu a seus descobridores (O.Diels e K.Alder) o prêmio Nobel (1950), consiste na formação de um composto cíclico, a partir de um composto com duplas ligações alternadas entre átomos de carbono (dieno) e outro, com pelo menos uma dupla ligação, entre átomos de carbono, chamado de dienófilo. Um exemplo dessa transformação está na figura 1.

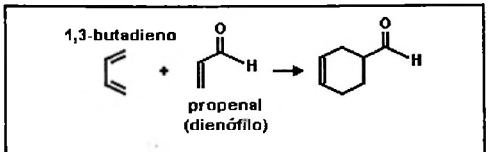


Figura 1

Compostos com duplas ligações entre átomos de carbono podem reagir com HBr, sob condições adequadas, como indicado na figura 2.

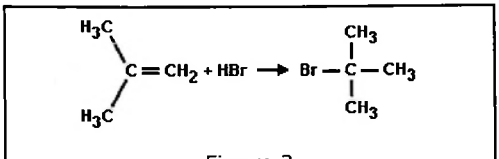


Figura 2

Considere os compostos I e II, presentes no óleo de lavanda, veja na figura 3.

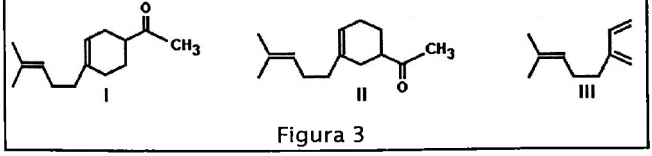


Figura 3

a) O composto III reage com um dienófilo, produzindo os compostos I e II. Mostre a fórmula estrutural desse dienófilo e nela indique, com setas, os átomos de carbono que formaram ligações com os átomos de carbono do dieno, originando o anel.

b) Mostre a fórmula estrutural do composto formado, se 1 mol do composto II reagir com 2 mols de HBr, de maneira análoga à indicada para a adição de HBr ao 2-metilpropeno, completando a equação química da figura 4.

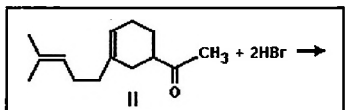


Figura 4

c) Na fórmula estrutural do composto II, (figura 5), assinale o átomo de carbono que, no produto da reação do item b, será assimétrico. Justifique.

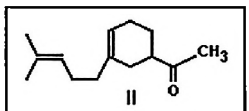


Figura 5

16 (ITA) A reação química de um determinado alceno **X** com ozônio produziu o composto **Y**. A reação do composto Y com água formou os compostos **A**, **B** e água oxigenada. Os compostos **A** e **B** foram identificados como um aldeído e uma cetona, respectivamente. A tabela a seguir mostra as concentrações (% m/m) de carbono e hidrogênio presentes nos compostos A e B:

Compostos	Carbono (% m/m)	Hidrogênio (% m/m)
A	54,6	9,1
B	62,0	10,4

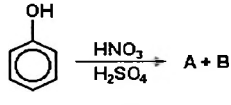
Com base nas informações acima, apresente

a) as fórmulas moleculares e estruturais dos compostos: **X**, **Y**, **A** e **B**. Mostre os cálculos realizados, e

b) as equações químicas balanceadas relativas às duas reações descritas no enunciado da questão.

17 (ITA) Explique por que a temperatura de hidrogenação de cicloalcanos, catalisada por níquel metálico, aumenta com o aumento da quantidade de átomos de carbono presentes nos cicloalcanos.

18 (UEG) Nas reações de substituição aromática eletrofílica, o grupo ligado ao anel aromático influencia diretamente a posição em que o eletrófilo se ligará no anel. A reação de nitração do fenol é um exemplo dessa reação e leva à formação preferencial dos isômeros **A** e **B**. Considerando essa reação, responda aos itens a seguir:



a) Classifique o grupo hidroxila como um grupo ativador ou desativador do anel aromático em reações de substituição eletrofílica.

b) Considerando a monossubstituição do anel aromático, forneça a estrutura dos isômeros **A** e **B**.

19 (UERJ) Hidrocarbonetos de fórmula geral C_nH_{2n} podem ser diferenciados pelo teste de Bayer. Tal teste consiste na reação desses hidrocarbonetos com solução neutra diluída de permanganato de potássio - $KMnO_4$ - que possui coloração violeta. Só haverá descoramento da solução se o hidrocarboneto for insaturado. Considere hidrocarbonetos contendo 5 átomos de carbono, que se enquadrem na fórmula geral C_nH_{2n}.

a) Indique a fórmula estrutural de um hidrocarboneto com cadeia normal que reage positivamente ao teste de Bayer e justifique sua resposta.

b) Dentre os hidrocarbonetos que não reagem ao teste, um apresenta isomeria geométrica e outro possui apenas carbonos secundários. Cite seus nomes oficiais.

20 (UERJ) A anilina (amino-benzeno), um composto químico utilizado na produção de corantes e medicamentos, é sintetizada em duas etapas. Na primeira, reage-se benzeno com ácido nítrico, empregando como catalisador o ácido sulfúrico. A segunda etapa consiste na re-

dução do composto orgânico obtido na primeira etapa. Em relação à anilina, apresente:

a) sua fórmula estrutural;

b) a equação química que representa a primeira etapa de seu processo de síntese.

21 (UERJ) Um dos processos mais utilizados para obtenção de álcoois consiste na reação de compostos de Grignard com substâncias carboniladas, seguida de hidrólise. Observe a seqüência reacional a seguir, que exemplifica essa obtenção, onde R representa um radical alquila.

$$R - MgCl + \text{propanona} \rightarrow X$$

$$X \xrightarrow{\text{hidrólise}} \text{2,3-dimetil-2-butanol} + MgOHCl$$

a) Nomeie o composto de Grignard utilizado e apresente sua fórmula estrutural plana.

b) Foram determinadas as porcentagens em massa dos elementos químicos da propanona e de seus isômeros, a fim de diferenciá-los. Explique por que esse procedimento não é considerado adequado e apresente a fórmula estrutural plana de um isômero da propanona que possua somente carbonos secundários.

22 (UERJ) Vários explosivos apresentam, em sua composição, TNT, sigla correspondente ao 2,4,6-trinitro-tolueno. A síntese dessa substância pode ser realizada em duas etapas descritas a seguir.

etapa I:

$$\text{benzeno} + \text{cloro-metano} \xrightarrow{AlCl_3} \text{tolueno} + \text{ácido clorídrico}$$

etapa II:

$$\text{tolueno} + \text{ácido nítrico} \xrightarrow{H_2SO_4} \text{TNT} + \text{água}$$

O mecanismo reacional das duas etapas, dentre outros fatores, é favorecido por uma propriedade eletrônica apresentada pelo anel benzênico e, também, pela ação catalítica do ácido sulfúrico, que é mais forte do que o ácido nítrico.

a) Identifique a propriedade eletrônica apresentada pelo benzeno e classifique, quanto ao mecanismo da partícula reagente, a reação ocorrida na etapa I.

b) Indique a equação química que representa o equilíbrio ácido-base entre os ácidos que participam da etapa II e a fórmula estrutural plana do ácido sulfúrico.

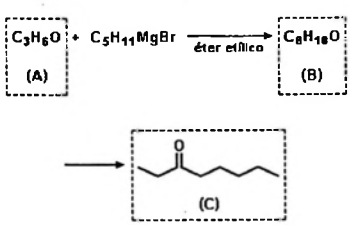
23 (UERJ) Os alcenos, ao sofrerem reação de oxidação enérgica com solução de permanganato de potássio, aquecida e acidulada, produzem diferentes compostos de carbono, como gás carbônico, cetonas e ácidos carboxílicos. Analisando os produtos dessa reação, pode-se identificar o alceno reagente e determinar a posição de sua insaturação.

Considere que a oxidação de 3,50 g de um alceno tenha produzido uma cetona e 1,12 L de gás carbônico, medidos nas CNTP. Em relação ao alceno reagente,

a) classifique seus átomos de carbono insaturados como primário, secundário ou terciário;

b) apresente sua estrutura e indique o nome oficial do aldeído de cadeia normal isômero da cetona produzida.

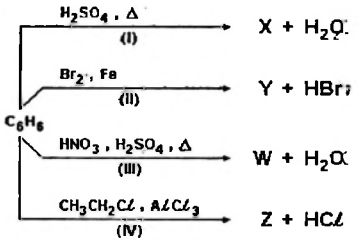
24 (UFES) A cetona C a seguir é um constituinte do óleo de lavanda, que lhe confere a sensação característica de "frescor". Pode-se preparar esse composto em duas etapas, envolvendo um reagente de Grignard:



a) Dê as estruturas e os nomes dos compostos A e B, de acordo com a nomenclatura IUPAC.

b) Classifique a transformação do composto B no composto C, como um dos tipos de reação: adição, eliminação, substituição, redução ou oxidação.

25 (UFF) Quando uma reação química ocorre, ligações existentes entre os átomos de uma molécula se rompem, formam-se novas ligações e surgem novas moléculas. Observe, então, o seguinte esquema reacional:

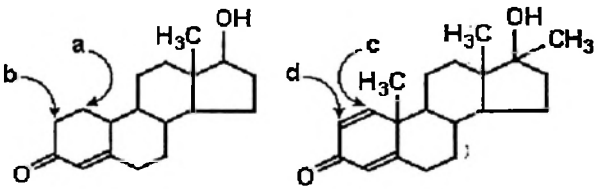


a) Identifique, por meio de suas respectivas fórmulas estruturais, os compostos X, Y, W e Z.

b) Informe o percentual de carbono do composto W.

c) As reações representadas por I, II, III e IV são reações de substituição eletrofílica. Classifique-as.

26 (UFF) As substâncias a seguir indicadas provocam aumento da massa muscular e diminuição da gordura dos atletas. O uso indiscriminado dessas substâncias, porém, pode provocar efeitos colaterais sérios. Observe as estruturas.



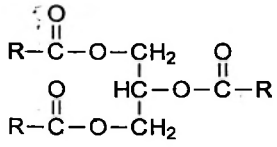
nandiolone (1) dianabol (2)

a) Quais os tipos de hibridação dos carbonos assinalados (a ; b e c ; d)?

b) Quais os produtos da oxidação da função álcool das substâncias cujas estruturas são apresentadas acima?

c) As substâncias apresentadas são opticamente ativas? Justifique sua resposta.

27 (UFG) Os óleos vegetais são utilizados, desde a antiguidade, para a obtenção de sabões, através de reações com substâncias alcalinas. Atualmente, vêm sendo explorados, com sucesso, na produção de biodiesel, através de uma reação de transesterificação com etanol, sob catálise ácida. A seguir, estão representadas as fórmulas estruturais de um tri-acil-glicerol e do etanol.



tri-acil-glicerol

CH_3CH_2OH

etanol

a) Escreva a equação química da reação entre um tri-acil-glicerol e uma base, na obtenção de um sabão.

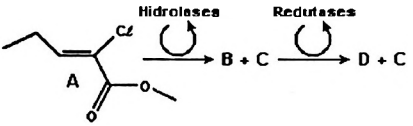
b) Escreva a equação química da reação de transesterificação entre um tri-acil-glicerol e o etanol, na obtenção do biodiesel.

28 (UFG) Três álcoois, contidos em recipientes diferentes, apresentam as seguintes características: os dos frascos A e C são isômeros de cadeia; o do frasco B possui massa molar 14 g/mol menor que o do frasco C; quando submetidos ao dicromato de potássio em meio ácido, o álcool do frasco A, que é aquele de menor massa molar que não sofre reação de oxidação nessas condições, permanece inerte, enquanto os dos frascos B e C produzem, respectivamente, uma cetona e um ácido carboxílico. Escreva as fórmulas estruturais planas que representam os álcoois contidos nos frascos. Justifique sua resposta.

29 (UFRJ) O uso de enzimas como biocatalisadores tem despertado o interesse dos cientistas, que estudam alternativas mais precisas, suaves e limpas para promover reações químicas.

Um bom exemplo é a seqüência de reações que ocorre quando o trans-2-cloro 2-pentenoato de metila (A) é posto em um meio aquoso em presença do microorganismo "Saccharomyces cereviseae", comumente utilizado como fermento biológico em panificação.

A ação seqüencial das enzimas hidrolases e redulases, presentes no microorganismo, promove, respectivamente, a hidrólise do éster e a hidrogenação da insaturação na cadeia, levando a formação de um ácido (D) e de um álcool (C), conforme a equação a seguir.



a) Dê o nome do ácido (D) e do álcool (C) formados.

b) Escreva a fórmula de segmentos de retas (bond line) do isômero geométrico do composto (A).

30 (UFSCAR) Uma maneira de distinguir fenóis de álcoois é reagi-los com uma base forte. Os fenóis reagem com a base forte, como o NaOH, formando sais orgânicos, enquanto que os álcoois não reagem com essa base.

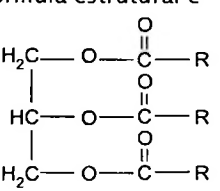
a) Considerando a reatividade com a base forte, compare os valores das constantes de ionização (Ka) dos fenóis e dos álcoois. Justifique a sua resposta.

b) Escreva a equação química para a reação do hidroxibenzeno com o NaOH, e dê o nome do sal orgânico formado.

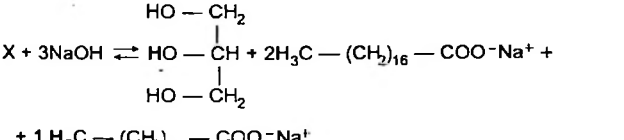
31 (UNESP) A queima da matéria orgânica, como nas queimadas que antecedem a colheita da cana-de-açúcar, é normalmente entendida, de maneira simplificada, como a combustão de açúcares, produzindo CO_2 e H_2O. Entretanto, sabe-se que se formam outros compostos, uma vez que a cana-de-açúcar não é constituída apenas de C, H e O. Por exemplo, o potássio forma um composto com o oxigênio, que permanece como resíduo sólido nas cinzas.

a) Forneça a equação para a reação do composto de potássio presente no resíduo sólido (cinzas) com a água e faça uma estimativa para o pH da solução resultante.

b) Forneça a equação química apropriada que justifica o uso de cinzas, misturadas à gordura animal, para a obtenção de sabão. Como gordura animal, considere a triestearina ($C_{57}H_{110}O_6$), cuja representação simplificada para a fórmula estrutural é



32 (UNESP) O biodiesel começa a ser empregado na matriz energética brasileira, sendo adicionado em pequena quantidade ao diesel obtido do petróleo. O biodiesel é um composto que pode ser obtido da reação de um óleo vegetal com NaOH e posterior reação com o etanol. Considere a reação seguinte e responda.



a) Qual o nome da reação do óleo vegetal com o NaOH? Escreva a estrutura do óleo utilizado (composto X), sabendo-se que ele não apresenta isomeria óptica.

b) Qual a função formada da ligação entre o etanol e o ácido esteárico ($H_3C - (CH_2)_{16} - COOH$)? Desenhe a estrutura do composto formado.

33 (Unicamp) Fontes vegetais de lipídios contêm moléculas de ácidos graxos (ácidos carboxílicos poli-insaturados) que apresentam estrutura cis. O processo de hidrogenação parcial destas gorduras, como por exemplo na fabricação de margarinas, pode conduzir à formação de isômeros trans, que não são desejáveis, visto que estes são suspeitos de elevarem o teor de colesterol no sangue.

a) Escreva a equação química que representa, genericamente, a hidrogenação de uma dupla ligação carbono-carbono

b) O ácido linoléico pode ser representado pela fórmula $C_{18}H_{32}O_2$. Quantas duplas ligações contêm uma molécula deste ácido? Justifique.

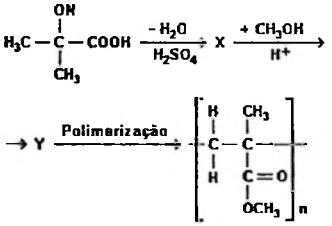
34 (Unicamp) Em um jantar de Natal oferecido a amigos, o anfitrião abriu duas garrafas de um mesmo vinho. O conteúdo de uma delas permaneceu intacto enquanto o da outra foi consumido em cerca de 90%. As duas garrafas foram tampadas. A cheia foi guardada na geladeira e a outra num armário da cozinha. Uma semana mais tarde, na ceia de Ano Novo, o conteúdo desta última garrafa foi usado para temperar a salada.

a) O que aconteceu com este vinho para poder ser usado como tem-

pero de salada? Justifique usando uma equação química.

b) Cite dois fatores físicos e/ou químicos que favoreceram a transformação no conteúdo de uma garrafa e não no da outra.

35 (UNIFESP) Considere a seqüência de reações, expressa pelas equações químicas a seguir, que levam à formação de um polímero.



Com respeito a esse processo,

a) escreva o nome oficial do composto de partida e a fórmula estrutural do composto X.

b) escreva a fórmula estrutural do composto Y. Identifique a função química formada na reação de síntese desse composto.

36 (Unicamp) A expressão "ômega-3" (ω3) parece ter sido definitivamente incorporada ao vocabulário moderno. Ela se refere a ácidos orgânicos de cadeia longa encontrados em óleos de peixes marinhos. Já foi comprovado que estas substâncias protegem os esquimós da Groenlândia contra doenças cardiovasculares. Surge daí o estímulo que hoje se faz para que as populações ocidentais incluam, pelo menos uma vez por semana, peixe no seu cardápio.

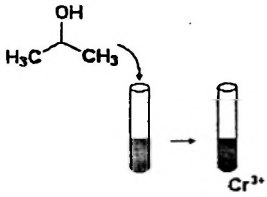
O ácido eicosapentaenóico, EPA, é um ácido graxo poli-insaturado do tipo ω3, podendo ser representado por C_{20}:5ω3. Esta fórmula indica que a molécula do mesmo possui 20 átomos de carbono e 5 duplas ligações, e que a primeira dupla ligação localiza-se no carbono 3 da cadeia (linear), enumerando-se a partir da extremidade oposta do radical carboxila.

a) Represente uma fórmula estrutural possível do ácido graxo representado por C_{18}:3ω3.

Sabe-se que compostos orgânicos que contêm duplas ligações podem reagir com iodo, I2, adicionando-o às duplas ligações.

b) Quantos mols de I2 reagem, por completo, com 5,56 g do ácido C_{18}:3ω3 do item a?

37 (UFRJ) Algumas reações químicas podem ser acompanhadas pela mudança de cor do meio reacional. Por exemplo, na figura a seguir, a adição de propan-2-ol a uma solução aquosa ácida de $Na_2Cr_2O_7$ (solução alaranjada) produz uma solução de coloração verde, característica da presença de íons Cr^{3+}.



Esta reação se passa conforme a seguinte equação:

$3\ C_3H_8O + Na_2Cr_2O_7 + 4\ H_2SO_4 \rightarrow 3\ X + Na_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7\ H_2O$

Dê a nomenclatura IUPAC do produto orgânico (X) formado e escreva a equação da semi-reação de redução.

38 (UERJ) O propeno ($\Delta H^0 = +5\ kcal \times mol^{-1}$), um composto utilizado largamente em síntese orgânica, produz propano ($\Delta H^0 = -25\ kcal \times mol^{-1}$), por redução catalítica, de acordo com a reação a seguir.

$$C_3H_6(g) + H_2(g) \xrightarrow{\text{catalisador}} C_3H_8(g)$$

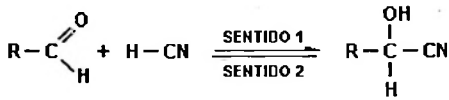
Observe, na tabela, os valores aproximados das energias de ligação nas condições-padrão.

TIPO DE LIGAÇÃO	ENERGIA DE LIGAÇÃO (kcal × mol^{-1})
C - C	-83
C = C	-147
C - H	-99

a) Calcule o valor da energia de dissociação para um mol de ligações H - H, em kcal × mol^{-1}.

b) Escreva a equação química que representa a reação do propeno com ácido clorídrico.

39 (UERJ) A adição de HCN a aldeídos é uma reação reversível, conforme demonstração.



aldeído cianidrina

Um dos fatores que interfere nesse processo, deslocando o equilíbrio no sentido 1, é a presença de grupos elétron-atraentes no carbono vizinho à carbonila.

Aplique essas informações aos aldeídos nomeados a seguir: metil-propanal, propanal e 2,2-dicloro-propanal. Indique:

a) o nome do aldeído que provoca o maior deslocamento no sentido 1 e o número de isômeros de posição que ele apresenta;

b) a fórmula estrutural do aldeído reagente de menor ponto de ebulição, justificando sua escolha.

POLÍMEROS

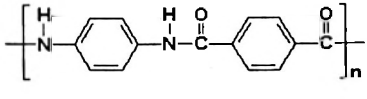
01 (FUVEST) O cianeto de vinila pode ser produzido como mostrado adiante.

Analogamente, o ácido acético pode se adicionar ao acetileno, produzindo um composto insaturado. A polimerização deste último produz o polímero poli (acetato de vinila).

a) Escreva a fórmula estrutural do produto de adição do ácido acético ao acetileno.

b) Dê a fórmula estrutural da unidade que se repete na cadeia do poli (acetato de vinila).

02 (FUVEST) Kevlar é um polímero de alta resistência mecânica e térmica, sendo por isso usado em coletes à prova de balas e em vestimentas de bombeiros.



kevlar

a) Quais as fórmulas estruturais dos dois monômeros que dão origem ao kevlar por reação de condensação? Escreva-as.

b) Qual o monômero que, contendo dois grupos funcionais diferentes, origina o polímero kevlar com uma estrutura ligeiramente modificada? Escreva as fórmulas estruturais desse monômero e do polímero por ele formado.

c) Como é conhecido o polímero sintético, não aromático, correspondente ao kevlar?

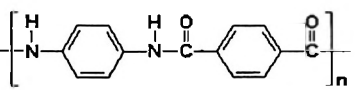
03 (ITA) Considere que dois materiais poliméricos **A** e **B** são suportados em substratos iguais e flexíveis. Em condições ambientes, pode-se observar que o material polimérico **A** é rígido, enquanto o material **B** é bastante flexível. A seguir, ambos os materiais são aque-

cidos à temperatura (T), menor do que as respectivas temperaturas de decomposição. Observou-se que o material **A** apresentou-se flexível e o material **B** tornou-se rígido, na temperatura (T). A seguir, os dois materiais poliméricos foram resfriados à temperatura ambiente.

a) Preveja o que será observado caso o mesmo tratamento térmico for novamente realizado nos materiais poliméricos **A** e **B**. Justifique sua resposta.

b) Baseando-se na resposta ao item **a**, preveja a solubilidade dos materiais em solventes orgânicos.

04 (UERJ) O polímero denominado **kevlar** apresenta grande resistência a impactos. Essa propriedade faz com que seja utilizado em coletes à prova de balas e em blindagem de automóveis. Observe sua estrutura:



kevlar

A reação química de obtenção desse polímero tem como reagentes dois monômeros, um deles de caráter ácido e outro de caráter básico.

a) Indique a classificação dessa reação de polimerização.

b) Considerando o monômero de caráter básico, apresente uma equação química completa que demonstre esse caráter na reação com o ácido clorídrico.

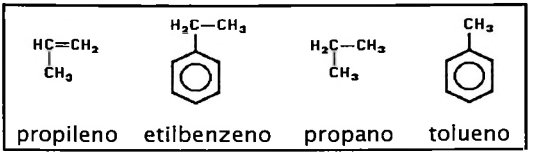
05 (UNESP) O dracon, um polímero utilizado em fitas magnéticas, é sintetizado pela reação entre o ácido 1,4-benzenodióico e o 1,2-etanodiol, com eliminação de água.

a) Escreva a equação que representa a reação de uma molécula do ácido com uma molécula do diol. Utilize fórmulas estruturais.

b) A que função orgânica pertence o dracon?

06 (Unicamp) O estireno é polimerizado formando o poliestireno (um plástico muito utilizado em embalagens e objetos domésticos), de acordo com a equação:

Dos compostos orgânicos relacionados na figura a seguir, qual deles poderia se polimerizar numa reação semelhante? Faça a equação correspondente e dê o nome do polímero formado.



07 (**Unicamp**) Para se ter uma idéia do que significa a presença de polímeros sintéticos na nossa vida, não é preciso muito esforço. imagine o interior de um automóvel sem polímeros, olhe para sua roupa, para seus sapatos, para o armário do banheiro. A demanda por polímeros é tão alta que, em países mais desenvolvidos, o seu consumo chega a 150 kg por ano por habitante.

Em alguns polímeros sintéticos, uma propriedade bastante desejável é a sua resistência à tração. Essa resistência ocorre, principalmente, quando átomos de cadeias poliméricas distintas se atraem. O náilon, que é uma poliamida, e o polietileno, representados a seguir, são exemplos de polímeros.

$$[\text{-NH-}(CH_2)_6\text{-NH-CO-}(CH_2)_4\text{-CO-}]_n \quad \textit{náilon}$$

$$[\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}]_n \quad \textit{polietileno}$$

a) Admitindo-se que as cadeias destes polímeros são lineares, qual dos dois é mais resistente à tração? Justifique.

b) Desenhe os fragmentos de duas cadeias poliméricas do polímero que você escolheu no item a, identificando o principal tipo de interação existente entre elas que implica na alta resistência à tração.

08 (**ITA**) São realizadas reações químicas do acetileno com ácido clorídrico, ácido cianídrico, ácido acético e cloro na proporção estequiométrica de 1:1.

a) Mostre as equações químicas que representam cada uma das

equações especificadas.

b) Indique quais dos produtos formados podem ser utilizados como monômeros na síntese de polímeros.

c) Dê o nome dos polímeros que podem ser formados a partir dos monômeros do item **b**.

09 (ITA) Assinale a opção que contém o polímero que melhor conduz corrente elétrica, quando dopado.

a) Polietileno
b) Polipropileno
c) Poliestireno
d) Poliacetileno
e) Poli (tetrafluor-etileno)

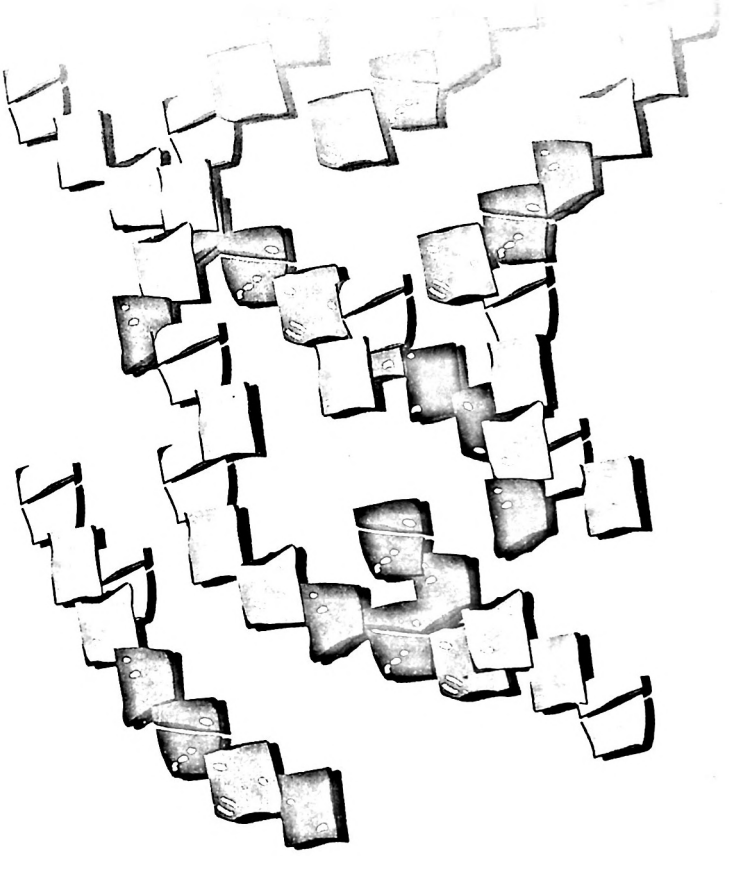
10 (Unicamp) - Estou com fome - reclama Chuá. - Vou fritar um ovo. Ao ver Chuá pegar uma frigideira, Naná diz: - Esta não! Pegue a outra que não precisa usar óleo. Se quiser usar um pouco para dar um gostinho, tudo bem, mas nesta frigideira o ovo não gruda. Essa história começou em 1938, quando um pesquisador de uma grande empresa química estava estudando o uso de gases para refrigeração. Ao pegar um cilindro contendo o gás tetrafluoreteno, verificou que o manômetro indicava que o mesmo estava vazio. No entanto, o "peso" do cilindro dizia que o gás continuava lá. Abriu toda a válvula e nada de gás. O sujeito poderia ter dito: "Que droga!", descartando o cilindro. Resolveu, contudo, abrir o cilindro e verificou que continha um pó cuja massa correspondia à do gás que havia sido colocado lá dentro.

a) Como se chama esse tipo de reação que aconteceu com o gás dentro do cilindro? Escreva a equação química que representa essa reação.

b) Cite uma propriedade da substância formada no cilindro que permite o seu uso em frigideiras.

c) Se os átomos de flúor do tetrafluoreteno fossem substituídos por átomos de hidrogênio e essa nova substância reagisse semelhantemente à considerada no item a, que composto seria formado?

Parte IV
Tópicos Especiais



Química Descritiva

Este pequeno resumo tem seu preço... As questões que a simples leitura dele permite responder vão sem nenhum comentário. Vamos lá, leia tudo!

Nitrogênio (N_2): gás incolor, pouco reativo, principal componente do ar atmosférico (em quantidade). Obtido industrialmente a partir da liquefação do ar atmosférico e posterior destilação fracionada.

Oxigênio (O_2): gás incolor, extremamente reativo, forma compostos com a maioria dos elementos químicos. É responsável pelas combustões e é o elemento mais abundante na Terra. Obtido industrialmente a partir da liquefação do ar atmosférico e posterior destilação fracionada.

Água (H_2O): substância mais abundante na Terra. É encontrada nos três estados físicos. Devido ao caráter polar de suas moléculas, qualquer amostra de água apresenta substâncias dissolvidas ou em suspensão. A água tem suas moléculas unidas através de pontes de hidrogênio e, devido a isso, apresenta um comportamento anômalo: no aquecimento de 0 a 4 °C o volume ocupado pela água diminui, sendo mínimo a 4 °C.

Amônia (NH_3): gás incolor, menos denso que o ar e de odor característico. É obtida pela síntese de Haber-Bosch (temperatura ≈ 500 °C; pressão ≈ 200 atm):

$$N_2 + 3\ H_2 \leftrightarrows 2\ NH_3$$

É solúvel em água, apresentando caráter básico.

Ácido nítrico (HNO_3): é o ácido mais estável do nitrogênio. É obtido pela síntese de Ostwald, que tem como reação principal a oxidação da amônia:

$$4\ NH_3 + 5\ O_2 \rightarrow 4\ NO + 6\ H_2O \text{ (catalisador = Pt)}$$
$$2\ NO + O_2 \rightarrow 2\ NO_2 \text{ (rápida)}$$
$$3\ NO_2 + H_2O \rightarrow 2\ HNO_3 + NO$$

O NO produzido nesta última etapa retorna ao processo. O ácido nítrico é utilizado na fabricação de fertilizantes e explosivos.

Nitrato de amônio (NH_4NO_3): é obtido da reação entre amônia e ácido nítrico. Muito utilizado na fabricação de adubos nitrogenados.

Ácido sulfúrico (H_2SO_4): líquido incolor, denso e viscoso. É obtido pelo método de contato, onde ocorre a oxidação do enxofre a SO_2 e deste a SO_3. Esta segunda etapa oxidativa é catalisada por platina ou pentóxido de vanádio. É muito utilizado na fabricação de adubos e na purificação de derivados de petróleo.

Ácido fosfórico (H_3PO_4): sólido à temperatura ambiente, porém muito higroscópico. Obtido do tratamento de rochas fosfáticas com ácido sulfúrico. Muito utilizado na fabricação de adubos fosfatados.

Cloro (Cl_2): gás amarelo-esverdeado com cheiro irritante e grande poder oxidante. É obtido da eletrólise de solução de cloreto de sódio.

No catodo: $2\ H_2O + 2\ e^- \rightarrow H_2 + 2\ OH^-(aq)$

No anodo: $2\ Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\ e^-$

Reação global:

$2\ NaCl + 2\ H_2O \rightarrow H_2 + Cl_2 + 2\ NaOH$

É utilizado como germicida e alvejante.

Sódio (Na): metal extremamente reativo, obtido através da eletrólise de cloreto de sódio fundido.

No catodo: $2\ Na^+ + 2\ e^- \rightarrow 2\ Na$

No anodo: $2\ Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\ e^-$

Reação global: $2\ NaCl \rightarrow 2\ Na + Cl_2$

É utilizado em reduções orgânicas e na preparação de algumas ligas metálicas.

Hidróxido de sódio (NaOH): sólido branco, bastante solúvel em água. É uma base forte, comercialmente é chamada soda cáustica. É obtida da eletrólise de solução de cloreto de sódio (já vista) e utilizada na fabricação de sabão e agentes de limpeza.

Alumínio (Al): metal obtido da eletrólise ígnea da bauxita, minério rico em Al_2O_3. É utilizado na fabricação de ligas metálicas e na obtenção de outros metais (Co, Cr, Mn, V, ...) através do processo chamado aluminotermia, no qual ele (em pó) é o redutor. A reação é fortemente exotérmica:

$$3\ CoO + 2\ Al \rightarrow Al_2O_3 + 3\ Co$$

Ferro (Fe): metal obtido pela redução do óxido de ferro III, principal componente da hematita, nos altos fornos. Os agentes redutores empregados são o coque (C) e o monóxido de carbono. É utilizado na fabricação de estruturas metálicas resistentes e do aço.

Petróleo: líquido oleoso formado por uma mistura de hidrocarbonetos. Os principais derivados são: gás combustível, éter de petróleo, gasolina, óleo lubrificante etc. Os componentes do petróleo são separados por destilação fracionada.

Álcool etílico (C_2H_5OH): obtido da fermentação do açúcar. É utilizado como combustível e como solvente na indústria química.

01 O petróleo é constituído principalmente de:
a) álcoois. b) aldeídos.
c) éteres. d) aminas.
e) hidrocarbonetos.

02 A gasolina é constituída principalmente de:
a) mistura de alcanos.
b) mistura de hidretos de carbono aromáticos.
c) mistura de álcoois.
d) mistura de compostos de chumbo.
e) mistura de compostos de fósforo.

03 A maior quantidade de metano ocorre:
a) no carvão mineral. b) no ar atmosférico.
c) no alcatrão de hulha. d) no gás natural.
e) na água do mar.

04 O *cracking* das frações médias da destilação do petróleo é hoje um processo empregado na maioria das refinarias, porque:
a) aumenta o rendimento em óleos lubrificantes.
b) economiza energia térmica no processo de destilação.
c) permite a utilização de equipamento mais compacto.
d) facilita a destilação do petróleo.
e) aumenta o rendimento em frações leves.

05 Uma fonte industrial importante de hidrocarbonetos saturados é:
a) alcatrão de hulha.
b) alcatrão de madeira.
c) óleo vegetal.
d) petróleo.

06 Quando se usa hidrogênio como combustível, a energia que é liberada provém da reação:
a) $2\ H \rightarrow H_2$.
b) $H_2 \rightarrow 2\ H$.
c) $H_2 \rightarrow 2\ H^+ + 2\ e^-$.
d) $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O_2$.
e) $H_2 + \frac{1}{2}\ O_2 \rightarrow H_2O$.

07 Hidrogênio gasoso é um dos produtos de reação da água com:
a) cloro.
b) potássio metálico.
c) dióxido de nitrogênio.
d) trióxido de enxofre.
e) hidróxido de sódio.

08 A eletrólise da água marinha produz no catodo e no anodo respectivamente:
a) H_2 e Cl_2.
b) Cl_2 e H_2.
c) Cl_2 e Na.
d) Na e Cl_2.
e) H_2 e O_2.

09 O acetileno forma um composto cíclico, o benzeno. Em relação ao acetileno o benzeno é um:
a) homólogo.
b) isólogo.
c) isômero.
d) polímero.
e) tautômero.

10 O álcool obtido em maior quantidade na fermentação alcoólica do açúcar é o:
a) álcool metílico.
b) álcool etílico.
c) álcool alílico.
d) álcool amílico.
e) álcool benzílico.

11 Na obtenção do ferro ocorre a seguinte transformação:
minério de ferro + monóxido de carbono → ferro + gás carbônico
Um minério de ferro adequado a essa transformação é a:
a) blenda. b) galena.
c) hematita. d) malaquita.
e) pirita.

12 Alumínio é obtido industrialmente a partir de:
a) pirita. b) bauxita.
c) pirolusita. d) cassiterita.
e) hematita.

13 Para a produção de ferro nos altos-fornos, utiliza-se carvão coque, minério de ferro e calcário. Quais são as funções do carvão coque e do calcário?

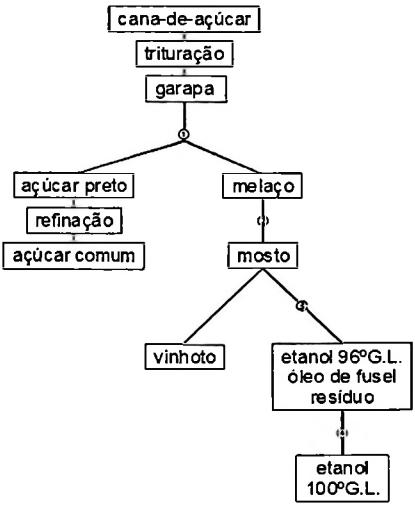
14 Escreva a equação química representativa da redução da hematita nos altos-fornos.

15 Nos altos-fornos, o ferro é obtido pela redução de um de seus minérios - a hematita (Fe_2O_3). Cite um redutor que pode ser usado neste processo.

16 Em qual das alternativas abaixo encontram-se materiais em ordem crescente de pureza de ferro?
a) gusa, minério, aço.
b) minério, gusa, aço.
c) minério, aço, gusa.
d) aço, gusa, minério.
e) aço, minério, gusa.

17 Um dos métodos industriais de obtenção de soda cáustica usa como matéria-prima:
a) H_2SO_4. b) K_2CO_3.
c) KNO_3. d) $CaCl_2$.
e) NaCl.

18 O esquema simplificado abaixo representa o processo de obtenção do etanol a partir da cana-de-açúcar.



Qual das opções abaixo representa corretamente as etapas do processo assinaladas no esquema?

	1	2	3	4
a)	fermentação cristalização	fermentação	concentração	destilação com benzeno
b)	concentração desidratação	cristalização	fermentação	destilação simples
c)	destilação fermentação	cristalização	destilação simples	concentração
d)	cristalização concentração	destilação simples	fermentação	destilação com benzeno
e)	concentração cristalização	fermentação	destilação simples	destilação com benzeno

19 Assinale o composto que tem cor branca, é tóxico e é obtido por eletrólise da água do mar.

a) NaOH.
b) Na_2CO_3.
c) NaCl.
d) Cl_2.
e) Na metálico.

20 Um dos inconvenientes da gasolina com alto teor de enxofre é que, durante a combustão da mesma, forma-se um poluente atmosférico cuja fórmula é:

a) H_2S.
b) CO.
c) H_2SO_4.
d) SO_2.
e) CO_2.

21 Escreva as equações químicas iônicas corretas dos dois processos referidos nessa questão.

I. Por eletrólise do cloreto de sódio em solução aquosa são obtidos cloro e hidrogênio gasosos, e a solução torna-se alcalina.

II. Uma fração do cloro que se dissolve na solução converte-se em hipoclorito.

22 A produção do etanol a partir da madeira pode ser representada esquematicamente por:

celulose $\xrightarrow{I}$ **glicose** $\xrightarrow{II}$ **etanol**

Nas etapas I e II ocorrem, respectivamente:
a) oxidação e fermentação.
b) oxidação e hidrólise.
c) hidrólise e fermentação.
d) fermentação e hidrólise.
e) fermentação e oxidação.

23 Etanol (ou álcool etílico), metanol (ou álcool metílico), sacarose e celulose são obtidos, respectivamente, a partir de:

a) cana-de-açúcar, cana-de-açúcar, madeira, madeira.
b) madeira, madeira, cana-de-açúcar, cana-de-açúcar.
c) cana-de-açúcar, madeira, cana-de-açúcar, madeira.
d) madeira, cana-de-açúcar, madeira, cana-de-açúcar.
e) nenhuma opção acima está correta.

24 Uma das reações de fermentação da celulose é dada pela equação:

$$(C_6H_{10}O_5)_n + n\ H_2O \rightarrow 3n\ CO_2 + 3\ n\ ?$$

No lugar da interrogação deve-se escrever a fórmula de um hidrocarboneto que contenha, em sua molécula:

a) 1 átomo de carbono.
b) 2 átomos de carbono.
c) 3 átomos de carbono.
d) 4 átomos de carbono.
e) 6 átomos de carbono.

25 Denomina-se *grisu* uma mistura gasosa, altamente explosiva, que se forma nas minas de carvão. Os gases que constituem essa mistura são:

a) etano e propano.
b) butano e hidrogênio.
c) metano e oxigênio.
d) propano e metano.
e) oxigênio e etano.

26 A obtenção de gasolina a partir do petróleo é feita por:

a) destilação fracionada.
b) destilação simples.
c) filtração simples.
d) filtração sob pressão reduzida.
e) decantação.

27 As afirmações abaixo relacionam-se ao petróleo, seus derivados e à indústria petroquímica. Indique a única **falsa**.

a) Destilação fracionada e craqueamento são operações de grande importância na indústria do petróleo.

b) Polietileno é um polímero fabricado principalmente por indústrias petroquímicas.

c) A atual escassez de petróleo acarretará provavelmente uma diminuição da produção mundial de borracha sintética.

d) Um dos aditivos da gasolina para automóveis é responsável pelo aumento da poluição ambiental com chumbo.

e) Parafina e asfalto são derivados do petróleo obtidos por filtração do óleo bruto.

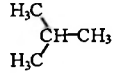
28 O craqueamento é um processo destinado a produzir mais:

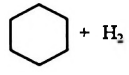
a) óleo combustível
b) fosfatos.
c) celulose.
d) sacarose.
e) gasolina

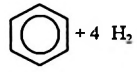
29 Considere as seguintes reações especiais que ocorrem nas indústrias petroquímicas, sob condições também especiais:

I. $C_{14}H_{30} \rightarrow C_8H_{18} + C_6H_{12}$

II. $H_3C{-}CH_3 \rightarrow H_2C = CH_2 + H2$

III. $H_3C{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \rightarrow$ 

IV. $H_3C{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2 \rightarrow$ 

V. $H_3C{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2 \rightarrow$ 

Essas condições representam, respectivamente, as seguintes transformações:

a) *cracking*, dehidrogenação, isomerização, ciclização, aromatização.
b) dehidrogenação, isomerização, *cracking*, ciclização, aromatização.
c) isomerização, dehidrogenação, *cracking*, ciclização, aromatização.
d) isomerização, dehidrogenação, *cracking*, aromatização, aromatização.
e) *cracking*, ciclização, cracking, ciclização, ciclização.

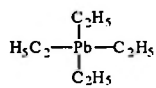
30 (ITA) A Petrobrás vem fazendo perfurações na plataforma continental a fim de localizar depósitos petrolíferos que supõe estarem perto da costa brasileira. O petróleo procurado:

a) devido a sua densidade acumula-se embaixo d'água, nas depressões do fundo do mar.
b) de qualidade inferior do que o petróleo em terra firme, pois vem acompanhado de água.
c) encontra-se em camadas geológicas de origem vulcânica recente.
d) impregna camadas geológicas sedimentares e porosas, situadas abaixo do fundo do mar.
e) encontra-se em rochas ígneas formadas antes da existência de vida na Terra.

31 O fracionamento do petróleo é um processo industrial de:
a) decantação. b) destilação.
c) filtração. d) precipitação.
e) decomposição.

32 Uma gasolina de índice de octanagem 80 apresenta:
a) 80% de iso-octano e 20% de n-heptano.
b) 80% de n-heptano e 20% de iso-octano.
c) 80% de n-heptano e 20% de octano.
d) pode não apresentar nem heptano nem octano.
e) 80% de octano e 20% de qualquer alcano cujo número de carbonos varia de 7 a 10.

33 O tetra-etil-chumbo é um aditivo antidetonante da gasolina; sobre ele podemos afirmar:



I. Aumenta a octanagem da gasolina.
II. Seus resíduos, que saem pelo escapamento do automóvel, poluem o ambiente.
III. Diminui o rendimento da gasolina.
A(s) afirmativa(s) correta(s) é(são):
a) I e III. b) I e II.
c) somente III. d) somente I.
e) somente II.

34 O GLP (gás liquefeito do petróleo), usado nos fogões caseiros, é formado principalmente por:
a) metano e hidrogênio.
b) propano e butanos.
c) propano e metano.
d) monóxido de carbono e hidrogênio.
e) butanos e monóxido de carbono.

35 (ITA) Descreva como o hidróxido de sódio é obtido em escala industrial. Sua descrição deve incluir as matérias-primas utilizadas, as equações das reações químicas envolvidas no processo, as condições

de operação e o aproveitamento de eventuais subprodutos obtidos no processo.

36 (Unicamp) A irrigação artificial do solo pode ser feita de várias maneiras. A água utilizada para a irrigação é proveniente de lagos ou rios e contém pequenas quantidades de sais dissolvidos. Sabe-se, desde a mais remota antiguidade, que a irrigação artificial intensa pode levar à salinização do solo, tornando-o infértil, principalmente em locais onde há poucas chuvas. Em regiões onde chove regularmente, de modo a não ser necessária a irrigação, a salinização não ocorre.

a) Como se pode explicar a salinização do solo?

b) Por que a água da chuva não provoca salinização?

37 (Unicamp) Imagine a humanidade em um futuro longínquo... As reservas de combustível fóssil (petróleo, carvão) se esgotaram e a energia térmica provém, agora, da combustão do gás hidrogênio, H_2. Este é obtido através da água, de onde resulta, também, o gás oxigênio, O_2.

a) Poderá haver um risco de se acabar com toda a água disponível no planeta, da mesma forma que se esgotaram os combustíveis fósseis?

b) Nossa atmosfera ficará super-enriquecida pelo gás oxigênio proveniente da decomposição da água?

Justifique as suas respostas.

38 (Unicamp) Os gases nitrogênio, oxigênio e argônio, principais componentes do ar, são obtidos industrialmente através da destilação fracionada do ar liquefeito. Indique a seqüência de obtenção dessas substâncias neste processo de destilação fracionada. Justifique sua resposta.

		temperaturas de ebulição a 1,0 atm
Dados:	argônio	-186 °C
	nitrogênio	-196 °C
	oxigênio	-183 °C

39 (Unicamp) O "pãozinho francês" é o pão mais consumido pelos brasileiros. Sua receita é muito simples. Para a sua fabricação é necessário farinha de trigo, fermento biológico, água e um pouco de sal. Sabe-se que a adição de bromato de potássio ($KBrO_3$) proporciona um

aumento do volume do produto final. Nesse caso pode-se considerar, simplesmente, que o $KBrO_3$ se decompõe dando KBr e um gás.

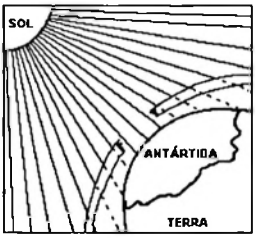
a) Escreva a equação química que representa essa reação de decomposição do bromato de potássio e escreva o nome do gás formado.

Tempos atrás tornou-se prática comum o uso de bromato de potássio em massas e pães. Em função deste uso, ainda hoje é comum observarmos, afixadas em algumas padarias, frases como "pão sem elementos químicos".

Em vista das informações anteriores e de seu conhecimento em química pergunta-se:

b) Do ponto de vista químico essa frase é verdadeira? Justifique.

40 (Unicamp) Há poucos anos, cientistas descobriram que está ocorrendo um fenômeno que pode afetar muito o equilíbrio da biosfera da Terra. Por esta contribuição, os químicos Mário Molina, Paul Crutzen e F. Sherwood Rowland receberam o Prêmio Nobel de Química em 1995.



Este fenômeno está esquematizado na figura e, em termos químicos, pode ser representado de maneira simples pelas seguintes equações químicas:

I. $CF_2Cl_2(g) \rightarrow Cl(g) + CF_2Cl(g)$

II. $Cl(g) + O_3(g) \rightarrow ClO(g) + O_2(g)$

III. $ClO(g) + O(g) \rightarrow Cl(g) + O_2(g)$

a) Que fenômeno é este?

b) Considerando as equações químicas I, II e III, qual é a substância, resultante da atividade humana, que provoca este fenômeno? Escreva, por extenso, o nome dos elementos químicos que constituem a molécula destas substâncias.

c) Qual a relação do fenômeno mostrado na figura com objetos como geladeira e aparelho de ar condicionado e com embalagens em aerossol?

41 (Unicamp) As duas substâncias gasosas presentes em maior concentração na atmosfera não reagem entre si nas condições de pressão e temperatura como as reinantes nesta sala. Nas tempestades, em conseqüência dos raios, há reação dessas duas substâncias entre si, produzindo óxidos de nitrogênio, principalmente NO e NO_2.

a) Escreva o nome e a fórmula das duas substâncias presentes no ar em maior concentração.

b) Escreva a equação de formação, em conseqüência dos raios, de um dos óxidos mencionados acima, indicando qual é o redutor.

42 (ITA) Qual das opções a seguir contém a equação que representa a produção de ferro num alto forno convencional alimentado com hematita e coque?

a) $FeS(c) + H_2(g) \rightarrow Fe(c) + H_2S(g)$

b) $Fe_2O_3(c) + 2\ Al(c) \rightarrow 2\ Fe(c) + Al_2O_3(c)$

c) $Fe_3O_4(c) + 4\ H_2(g) \rightarrow 3\ Fe(c) + 4\ H_2O(g)$

d) $Fe_2O_3(c) + 3\ CO(g) \rightarrow 2\ Fe(c) + 3\ CO_2(g)$

e) $4\ FeS(c) + 2\ CO(g) \rightarrow 4\ Fe(c) + 2\ CS_2(g) + O_2(g)$

43 (ITA) Qual das opções a seguir contém a equação química correta que representa uma reação que poderá ocorrer com o ouro (Au) nas condições ambientes?

a) $2\ Au(c) + 6\ HCl(aq) \rightarrow 2\ AuCl_3(aq) + 3\ H_2(g)$

b) $Au(c) + 6\ HNO_3(aq) \rightarrow Au(NO_3)_3(aq) + 3\ NO_2(g) + 3\ H_2O(l)$

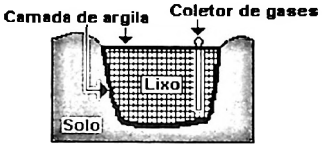
c) $8\ Au(c) + 27\ H^+(aq) + 3\ NO_3^-(aq) \rightarrow 8\ Au^{3+}(aq) + 3\ NH_3(g) + 9\ H_2O(l)$

d) $Au(c) + 4\ Cl^-(aq) + 3\ NO_3^-(aq) + 6\ H^+(aq) \rightarrow AuCl_4^-(aq) + 3\ NO_2(g) + 3\ H_2O(l)$

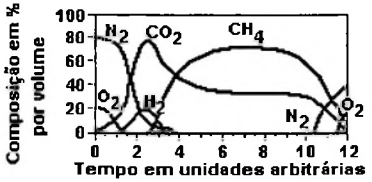
e) $Au(c) + 3\ NO_3^-(aq) + 4\ Cl^-(aq) + 6\ H^+(aq) \rightarrow AuCl_4^-(aq) + 3/2\ N_2(g) + 3\ O_2(g) + 3\ H_2O(l)$

44 (ITA) Descreva um método de preparação do ácido nítrico economicamente viável e utilizado pelas indústrias químicas modernas para a produção em grande escala. Utilize equações balanceadas para representar as reações químicas que ocorrem com o emprego do método proposto.

45 (Unicamp) Em um aterro sanitário, o lixo urbano é enterrado e isolado da atmosfera por uma camada de argila conforme vem esquematizado na figura abaixo.



Nestas condições, microorganismos decompõem o lixo proporcionando, dentre outras coisas, o aparecimento de produtos gasosos. O gráfico abaixo ilustra a composição dos gases emanados em função do tempo.



a) Em que instante do processo a composição do gás coletado corresponde à do ar atmosférico?

b) Em que intervalo de tempo prevalece a atividade microbiológica anaeróbica? Justifique.

c) Se você quisesse aproveitar, como combustível, o gás emanado, qual séria o melhor intervalo de tempo para fazer isto?

Justifique a sua resposta e escreva a equação química da reação utilizada na obtenção de energia térmica.

46 (Unicamp) Com a revolução industrial do século XVIII, a sociedade ocidental experimentou uma nova escala de produção de bens. A indústria se mecanizou e, desde então, este processo está em crescimento.

O ácido sulfúrico, a substância mais produzida industrialmente no mundo, é importante na fabricação de fertilizantes, na limpeza de metais ferrosos, na produção de muitos produtos químicos e no refino do petróleo. Sua produção industrial ocorre da seguinte forma: queima-se o enxofre elementar com oxigênio, o que dá origem ao dióxido de enxofre; este, por sua vez, reage com mais oxigênio para formar o trióxido de enxofre, um gás que, em contato com a água, forma finalmente o ácido sulfúrico.

a) Escreva a equação química que representa a reação da água com o trióxido de enxofre na última etapa da produção do ácido sulfúrico, conforme descrito no texto.

Numa mesma fábrica, o ácido sulfúrico pode ser produzido em diferentes graus de concentração, por exemplo: 78%, 93% e 98%. O congelamento destes três produtos ocorre aproximadamente em: 3°C, -32°C e -38°C (não necessariamente na mesma seqüência dos graus de pureza).

b) Qual é a mais baixa temperatura de fusão dentre as três?

c) A qual dos três produtos comerciais relaciona-se a temperatura de fusão apontada no item b? Justifique.

47 (Unicamp) O etanol, produzido a partir da cana-de-açúcar, tem se mostrado uma interessante alternativa como combustível em substituição a derivados de petróleo. No que diz respeito à poluição atmosférica, o assunto é polêmico, mas considerando apenas as equações químicas I, II e III a seguir, pode-se afirmar que o álcool etílico é um combustível renovável não poluente.

I. $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 4\ C_2H_6O + 4\ CO_2$
(produção de etanol por fermentação)

II. $C_{12}H_{22}O_{11} + 12\ O_2 = 11\ H_2O + 12\ CO_2$
(combustão da sacarose, que é o inverso da fotossíntese)

III. $C_2H_6O + 3\ O_2 = 2\ CO_2 + 3\ H_2O$
(combustão do etanol)

a) Use adequadamente as equações I, II e III para chegar à conclusão de que aquela afirmação sobre o álcool etílico está correta, demonstrando o seu raciocínio.

b) Na safra brasileira de 1997, foram produzidas 14×10^6 toneladas de açúcar. Se, por fermentação, todo esse açúcar fosse transformado em etanol, que massa desse produto, em toneladas, seria obtida?

Massa molar do etanol	46 g/mol
Massa molar da sacarose (açúcar)	342 g/mol

48 (ITA) Descreva um processo que possa ser utilizado na preparação de álcool etílico absoluto, 99,5% (m/m), a partir de álcool etílico comercial, 95,6% (m/m). Sua descrição deve conter:

I. A justificativa para o fato da concentração de álcool etílico comercial ser 95,6% (m/m).

II. O esquema da aparelhagem utilizada e a função de cada um dos componentes desta aparelhagem.

III. Os reagentes utilizados na obtenção do álcool etílico absoluto.

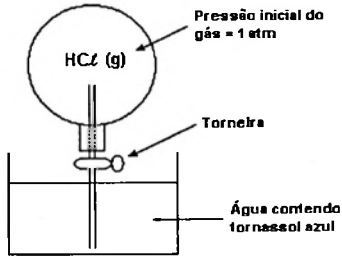
IV. As equações químicas balanceadas para as reações químicas envolvidas na preparação do álcool etílico absoluto.

V. Seqüência das etapas envolvidas no processo de obtenção do álcool etílico absoluto.

PRÁTICAS DE LABORATÓRIO

01 (Unicamp) - Você pensa que é muito esperto mas eu vou conseguir! - diz Naná, numa explosão, e propõe a pergunta seguinte.

- Num dia em que você faltou à aula, a professora explicou que o HCl gasoso é muitíssimo solúvel em água. A seguir, montou um experimento para ilustrar essa propriedade do HCl(g) e pediu para alguém dar início à experiência. Na aparelhagem mostrada, o HCl(g) e a água não estão inicialmente em contato. Um colega foi à frente e executou o primeiro passo do procedimento.



a) O que foi que o colega fez no equipamento para dar início ao experimento?

b) A seguir, o que foi observado no experimento?

Chuá pensou um pouco e respondeu: - Bem! Se na cuba tem solução aquosa do indicador tornassol azul...

- É isso mesmo! - fala Naná.

- Agora sou eu então - diz Chuá.

02 (ITA) Descreva como se prepara propionato de metila em um laboratório de Química. Indique a aparelhagem e as matérias-primas que são utilizadas. Também mencione como a reação pode ser acelerada e como seu rendimento pode ser aumentado.

03 (ITA) Descreva como se pode obter, num laboratório de Química, cloridreto (HCl(g)) a partir de cloreto de sódio sólido. De sua descrição devem constar: as outras matérias-primas necessárias, o desenho esquemático da aparelhagem a ser utilizada e as equações químicas balanceadas das reações envolvidas.

04 (ITA) Um copo contém uma mistura de água, acetona, cloreto de sódio e cloreto de prata. A água, a acetona e o cloreto de sódio estão numa mesma fase líquida, enquanto que o cloreto de prata se encontra numa fase sólida. Descreva como podemos realizar, em um laboratório de Química, a separação dos componentes desta mistura. De sua descrição devem constar as etapas que você empregaria para realizar esta separação, justificando o(s) procedimento(s) utilizado(s).

05 (ITA) Em uma experiência, realizada em laboratório a 25 °C e 1 atm, um aluno misturou em um tubo de ensaio 5,0 mL de água destilada, 3 gotas de solução de fenolftaleína e 1,0 grama de tiras de magnésio. Após alguns minutos da realização da mistura, o aluno fez as seguintes afirmações, todas relacionadas com suas observações:

I. Houve a formação de um precipitado branco.
II. Houve um leve aumento na temperatura da mistura.
III. A fase líquida tingiu-se de cor-de-rosa.
IV. Houve liberação de bolhas de gás.

Estão **corretas**:

a) todas.
b) apenas I, II e III.
c) apenas II, III e IV.
d) apenas I e III.
e) apenas II e IV.

06 (ITA) Um aluno preparou duas soluções: uma solução 0,1 mol/L de ácido clorídrico e outra 0,1 mol/L de hidróxido de sódio. As etiquetas, inicialmente afixadas nos frascos, depois de alguns dias ficaram ilegíveis. Como você faria para identificar os frascos e suas respectivas soluções, **não utilizando** materiais típicos de laboratório de Química?

Especificação: você deve descrever no mínimo dois testes distintos a serem realizados com o conteúdo de cada um dos frascos para descobrir quem é quem, considerando que você não dispõe de medidor de pH nem de indicadores ácido-base comerciais.

07 (ITA) Em um béquer, a 25 °C e 1 atm, foram misturadas as seguintes soluções aquosas: permanganato de potássio ($KMnO_4$), ácido oxálico ($H_2C_2O_4$) e ácido sulfúrico (H_2SO_4). Nos minutos seguintes após a homogeneização desta mistura, nada se observou. No entanto, após a adição de um pequeno cristal de sulfato de manganês ($MnSO_4$) a esta mistura, observou-se o descoramento da mesma e a liberação de um gás.

Interprete as observações feitas neste experimento. Em sua interpretação devem constar:

a) a justificativa para o fato de a reação só ser observada após a adição de sulfato de manganês sólido, e

b) as equações químicas balanceadas das reações envolvidas.

08 (ITA) Um béquer de 500 mL contém 400 mL de água pura a 25 °C e 1 atm. Uma camada fina de talco é espalhada sobre a superfície da água, de modo a cobri-la totalmente.

a) O que deverá ser observado quando uma gota de detergente é adicionada na região central da superfície da água coberta de talco?

b) Interprete o que deverá ser observado em termos das interações físico-químicas entre as espécies.

09 (ITA) A uma determinada quantidade de dióxido de manganês sólido, adicionou-se um certo volume de ácido clorídrico concentrado até o desaparecimento completo do sólido. Durante a reação química do sólido com o ácido observou-se a liberação de um gás (experimento 1). O gás liberado no experimento 1 foi borbulhado em uma solução aquosa ácida de iodeto de potássio, observando-se a liberação de um outro gás com coloração violeta (experimento 2). Assinale a opção que contém a afirmação **correta** relativa às observações realizadas nos experimentos acima descritos.

a) No experimento 1, ocorre formação de $H_2(g)$.

b) No Experimento 1, ocorre formação de $O_2(g)$.

c) No experimento 2, o pH da solução aumenta.

d) No experimento 2, a concentração de iodeto na solução diminui.

e) Durante a realização do experimento 1, a concentração de íons manganês presentes no sólido diminui.

10 (ITA) Descreva um processo que possa ser utilizado na preparação de álcool etílico absoluto, 99,5% (m/m), a partir de álcool etílico comercial, 95,6% (m/m). Sua descrição deve conter:

I. A justificativa para o fato da concentração de álcool etílico comercial ser 95,6% (m/m).

II. O esquema da aparelhagem utilizada e a função de cada um dos componentes desta aparelhagem.

III. Os reagentes utilizados na obtenção do álcool etílico absoluto.

IV. As equações químicas balanceadas para as reações químicas envolvidas na preparação do álcool etílico absoluto.

V. Seqüência das etapas envolvidas no processo de obtenção do álcool etílico absoluto.

11 (ITA) Qual das opções a seguir contém a associação correta dos procedimentos de laboratório, listados na 1ª. coluna, com suas respectivas denominações, listadas na 2ª. coluna?

1. Adição de 20 mL de água a uma solução aquosa saturada em cloreto de sódio e contendo um grande excesso de sal sedimentado, tal que ainda permaneça precipitado após a adição de mais solvente.
2. Adição de 20 mL de água a uma solução aquosa não saturada em cloreto de sódio.
3. Retirada de fenol, solúvel em água e em éter etílico, de uma solução aquosa, por agitação com uma porção de éter etílico seguida por separação da fase orgânica da fase aquosa.
4. Dissolver glicose em água e a esta solução juntar etanol para que surjam novamente cristais de glicose.
5. Adição de 20 mL água a nitrato de potássio cristalino.

a. Dissolução
b. Extração
c. Diluição
d. Recristalização

a) 1a 2c 3b 4d 5a
b) 1c 2c 3a 4b 5a
c) 1a 2a 3a 4d 5c
d) 1c 2a 3b 4b 5c
e) 1a 2a 3c 4d 5c

12 (ITA) Em cinco frascos de 250 mL, providos de rolha e numerados de I a V, são colocados 100 mL de tetracloreto de carbono, 100 mL de água e 2 g da substância indicada a seguir.

I. Iodo.
II. Cloreto de sódio.
III. Benzeno.
IV. Açúcar.
V. Cloreto de prata.

Estas misturas, agora com três componentes, são agitadas. Uma vez estabelecido o equilíbrio, é falso afirmar que:

a) Em I a maior parte do iodo estará dissolvida na fase orgânica.
b) Em II praticamente todo cloreto de sódio estará dissolvido na fase aquosa.
c) Em III praticamente todo o benzeno estará dissolvido no tetracloreto de carbono.
d) Em IV praticamente todo o açúcar estará dissolvido na fase orgânica.
e) Em V praticamente todo o cloreto de prata estará na forma de uma terceira fase sólida.

13 (ITA) Nos aparelhos de destilação, a entrada de água no condensador é feita pela parte inferior porque:

a) o encontro entre a água fria e os vapores quentes do destilado pode causar a quebra do condensador;
b) a água quente é menos densa que a água fria;
c) o condensador fica totalmente cheio d'água;
d) a parte inferior do aparelho deve ficar próxima da torneira;
e) nenhuma das respostas anteriores.

EQUILÍBRIO IÔNICO
SÉRIE B

Que fique claro que estes exercícios não podem ser seu primeiro contato com Equilíbrio Iônico. Só encare este desafio bem preparado. Meu amigo Júlio, da comunidade Rumo ao ITA, chamou esta coletânea de "Lista insana". Menos, Julio...

01 Calcule as concentrações de HCN e OH^- numa solução 0,20 mol/L de NH_4CN, bem como o pH desta solução.

Dados: $HCN \leftrightarrows CN^- + H^+$ $\quad Ka = 4 \times 10^{-10}$

$NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$ $\quad Kb = 1,8 \times 10^{-5}$

02 De quantas vezes ficou diminuído o grau de dissociação da amônia em uma solução 0,1 mol/L, pela adição de 53,50 gramas de NH_4Cl a um litro da solução da base? Obs.: desprezar a variação de volume da solução.

Dado: $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$ $\quad Kb = 1,8 \times 10^{-5}$

03 Qual o valor do pH numa solução de NH_3 0,30 mol/L contendo suficiente NH_4Cl dissolvido para dar uma concentração de íon amônio igual a 1,2 mol/L?

Dado: $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$ $\quad Kb = 1,8 \times 10^{-5}$

04 Calcule o pH de uma mistura constituída por 20,00 mL de NH_4Cl 0,05 mol/L e 30,00 mL de NH_3 0,20 mol/L.

Dado: $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$ $\quad Kb = 1,8 \times 10^{-5}$

05 Determine o pOH e o pH de 60,00 mL de uma solução constituída por NH_3 1,20 mol/L e NH_4^+ 0,800 mol/L:

a) inicialmente.

b) após a adição de 10,00 mL de HCl 0,900 mol/L.

c) após a adição de 15,00 mL de $Ba(OH)_2$ 0,100 mol/L.

Dado: $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$ $Kb = 1,8 \times 10^{-5}$

06 Que volume, em mililitros, de uma solução aquosa de NH_3 6,00 mol/L e que massa em gramas de NH_4Cl devem estar presentes em 1,50 L de uma solução tampão com pOH = 4,5 e $[NH_4^+] = 1,200$ mol/L?

Dado: $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$ $Kb = 1,8 \times 10^{-5}$

07 Que massa de ácido propiônico deve ser adicionada a 75,0 gramas de propionato de sódio para preparar 1,20 L de uma solução tampão de pH = 4,50?

Dado: $CH_3CH_2COOH \leftrightarrows CH_3CH_2COO^- + H^+$ $Ka = 1,34 \times 10^{-5}$

08 Que concentração de OH^-, em mols por litro, é necessária para iniciar a precipitação do $Fe(OH)_3$ de uma solução contendo $2,0 \times 10^{-6}$ mols de Fe^{3+} por litro de solução? O produto de solubilidade do $Fe(OH)_3$ é $6,0 \times 10^{-38}$.

09 Calcular a solubilidade do $BaSO_4$ em uma solução 0,01 mol/L de Na_2SO_4.

Dado: $BaSO_4(s) \leftrightarrows Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$ $K_{PS} = 1,5 \times 10^{-9}$

10 Calcular a solubilidade do $Al(OH)_3$ em uma solução 0,1 mol/L de KNO_3.

Dado: $Al(OH)_3(s) \leftrightarrows Al^{3+}(aq) + 3\ OH^-(aq)$ $K_{PS} = 5 \times 10^{-33}$

11 Formar-se-á ou não um precipitado de $PbCl_2$, ao se misturarem volumes iguais de soluções 0,1 mol/L de $Pb(NO_3)_2$ e 0,01 mol/L de NaCl?

Dado: $PbCl_2(s) \leftrightarrows Pb^{2+}(aq) + 2\ Cl^-(aq)$ $K_{PS} = 1,6 \times 10^{-5}$

12 Em que pH começa a precipitar o $Mg(OH)_2$, se a concentração do Mg^{2+} na solução é 0,01 mol/L?

Dado: $Mg(OH)_2(s) \leftrightarrows Mg^{2+}(aq) + 2\ OH^-(aq)$ $K_{PS} = 8,9 \times 10^{-12}$

13 Que concentração de Ag^+, em mols por litro, deve estar presente no início da precipitação do AgCl de uma solução contendo $1,0 \times 10^{-4}$ mols de Cl^- por litro?

Dado: $AgCl(s) \rightleftarrows Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \qquad K_{PS} = 1,78 \times 10^{-10}$

14 A solubilidade do $BaSO_4$ em água é $1,0 \times 10^{-5}$ mol/L. Qual é a solubilidade do $BaSO_4$ numa solução 0,1 mol/L de K_2SO_4?

15 Se 0,11 mg de AgBr se dissolvem em 1000 mL de água a uma dada temperatura, qual é o produto de solubilidade deste sal naquela temperatura?

16 Satura-se uma solução com respeito a um composto de fórmula geral AB_2C_3:

$$AB_2C_3(s) \rightleftarrows A^+(aq) + 2\ B^+(aq) + 3\ C^-(aq)$$

Determina-se que esta solução contém o íon C^- em concentração 0,003 mol/L. Calcule o produto de solubilidade do AB_2C_3.

17 Responda:

a) Se o produto de solubilidade do iodato de cálcio, $Ca(IO_3)_2$, é $6,4 \times 10^{-9}$, quantos miligramas do sal dissolvem-se em 500 mL de água?

b) Quantos miligramas de cátions Ca^{2+} permanecem dissolvidos em 500 mL de uma solução que é 0,20 mol/L em íons iodato?

18 A concentração de uma solução saturada de Ag_2SO_4 é 0,026 mol/L. Qual é o produto de solubilidade deste sal? (Desprezar a hidrólise do íon sulfato.)

19 Se A mols de Ag_3PO_4 se dissolvem em 500 mL de água, expressar em termos de A o produto de solubilidade deste sal e a molaridade de sua solução saturada. (Desprezar a hidrólise do íon fosfato.)

20 Se o produto de solubilidade do $Ca_3(PO_4)_2$ é A, expressar em termos de A a molaridade de sua solução saturada. (Desprezar a hidrólise do íon fosfato.)

21 Quantos miligramas de íons Mn^{2+} permanecem em 100 mL de uma solução de pH igual a 8,6 sem que haja a precipitação do $Mn(OH)_2$?

Dado: $Mn(OH)_2(s) \leftrightarrows Mn^{2+}(aq) + 2\ OH^-(aq) \qquad K_{PS} = 1,9 \times 10^{-13}$

22 A uma certa temperatura, o produto de solubilidade do $PbSO_4$ é $1,1 \times 10^{-8}$ e as constantes de equilíbrio das três seguintes reações são:

I. $PbSO_4(s) + 2\ I^-(aq) \leftrightarrows PbI_2(s) + SO_4^{2-}(aq) \qquad K1 = 4,6 \times 10^{-1}$

II. $PbI_2(s) + CrO_4^{2-}(aq) \leftrightarrows PbCrO_4(s) + 2\ I^-(aq) \qquad K2 = 4,3 \times 10^{12}$

III. $PbS(s) + CrO_4^{2-}(aq) \leftrightarrows PbCrO_4(s) + S^{2-}(aq) \qquad K3 = 7,5 \times 10^{-8}$

Calcule através destes dados o produto de solubilidade do PbS.

23 Considere o produto de solubilidade do $Ba(IO_3)_2$ igual a 6×10^{-10} e as constantes de equilíbrio das reações abaixo, calcule o produto de solubilidade do $BaCrO_4$.

I. $Ba(IO_3)_2(s) + 2\ F^-(aq) \leftrightarrows BaF_2(s) + 2\ IO_3^-(aq) \qquad K1 = 3,53 \times 10^{-4}$

II. $BaCrO_4(s) + SO_4^{2-}(aq) \leftrightarrows BaSO_4(s) + CrO_4^{2-}(aq) \qquad K2 = 2,73$

III. $BaF_2(s) + SO_4^{2-}(aq) \leftrightarrows BaSO_4(s) + 2\ F^-(aq) \qquad K3 = 1,55 \times 10^4$

24 Sabe-se que a dissociação do ácido sulfúrico se dá nas seguintes etapas:

$H_2SO_4 \leftrightarrows H^+ + HSO_4^-$

$HSO_4^- \leftrightarrows H^+ + SO_4^{-2} \qquad Kc = 1,1 \times 10^{-2}$

Determine $[H^+]$, $[HSO_4^-]$ e $[SO_4^{2-}]$ numa solução $1,1 \times 10^{-2}$ mol/L desse ácido, bem como o pH dessa solução.

25 Calcule a concentração de íons S^{2-} numa solução que é 0,08 mol/L em H_2S e contém HCl suficiente para dar um pH igual a 3,40.

Dados: $H_2S \leftrightarrows HS^- + H^+ \qquad Ka1 = 1 \times 10^{-7}$

$HS^- \leftrightarrows S^{2-} + H^+ \qquad Ka2 = 1,3 \times 10^{-13}$

26 Determine o pH de uma solução 0,520 mol/L de $NaHCO_3$.

Dados: $H_2CO_3 \leftrightarrows HCO_3^- + H^+$ $\quad Ka1 = 4,4 \times 10^{-7}$

$HCO_3^- \leftrightarrows CO_3^{2-} + H^+$ $\quad Ka2 = 4,7 \times 10^{-11}$

27 Determine o pH de uma solução 0,400 mol/L de:

a) KH_2PO_4;

b) K_2HPO_4.

Dados: $H_3PO_4 \leftrightarrows H_2PO_4^- + H^+$ $\quad Ka1 = 5,9 \times 10^{-3}$

$H_2PO_4^- \leftrightarrows HPO_4^{2-} + H^+$ $\quad Ka2 = 6,2 \times 10^{-8}$

$HPO_4^{2-} \leftrightarrows PO_4^{3-} + H^+$ $\quad Ka3 = 4,8 \times 10^{-13}$

SHOW DO MILHÃO

Aqui estão as questões que nossos alunos bem-humorados batizaram de "Show do Milhão". Questões de difícil rotulagem como parte de alguma matéria lecionada em aula, tanto para eles quanto para nós, professores... e, exatamente por isto, instigantes. Tentamos reuni-las aqui, e resolvê-las da melhor forma possível.

01 (ITA) Em relação à substância HCl são feitas as seguintes afirmações, todas relativas às condições ambientes:

I. É um gás incolor.

II. É um líquido amarelo esverdeado.

III. É muito solúvel em água, onde sua dissociação em íons é quase completa.

IV. É praticamente insolúvel em benzeno.

V. É bastante solúvel em benzeno, onde sua dissociação em íons é desprezível.

VI. Pode ser obtido industrialmente por queima em maçaricos alimentados por $H_2(g)$ e $Cl_2(g)$.

Dentre estas afirmações estão **certas** apenas:

a) I, III, IV. b) I, III, V.

c) II, III, IV. d) II, V, VI.

e) I, III, IV, VI.

02 (ITA) Dentre as opções seguintes assinale aquela que contém a afirmação **falsa**.

a) Latão é o nome dado a ligas de cobre e zinco.

b) Bronzes comuns são ligas de cobre e estanho.

c) Tanto o alumínio como o zinco são atacados por soluções aquosas muito alcalinas.

d) Cromo metálico pode ser obtido pela reação entre Cr_2O_3 e alumínio metálico em pó.

e) Cobre é relativamente caro devido à dificuldade de redução dos seus minérios, apesar destes serem muito abundantes na crosta terrestre.

03 (ITA) Assinale a alternativa **falsa** dentre as seguintes:

a) Ésteres de ácidos carboxílicos são os componentes principais do óleo de soja, manteiga e banha suína.

b) Polímeros de aminoácidos são encontrados na gelatina, clara de ovo e queijos.

c) Amianto, mica e vidro de garrafa são silicatos.

d) Algodão natural, lã de ovelha, amianto e mica têm estruturas poliméricas.

e) Hidrocarbonetos poliméricos são componentes principais na madeira, no algodão natural e no papel.

04 (ITA) Qual das opções a seguir contém um material melhor indicado para constituir recipientes utilizados na armazenagem de soluções concentradas de hidróxido de sódio?

a) vidro. b) alumínio.

c) zinco. d) ferro.

e) poliéster.

05 (ITA) Discutindo problemas relacionados com a obtenção de metais, alunos fizeram as afirmações nas opções a seguir. Qual é a opção que contém a afirmação **errada**?

a) As reservas minerais de ferro são muitíssimos maiores que as de cobre.

b) A redução de um mol de óxido de alumínio (Al_2O_3) exige muito mais energia que a redução de um mol de óxido de ferro (Fe_2O_3).

c) Sódio metálico foi obtido pela primeira vez por H. Davy através da eletrólise de NaOH fundido.

d) Alumínio metálico é obtido por redução de (Al_2O_3) em altos-fornos análogos aos utilizados no preparo de ferro metálico.

e) Embora o titânio seja relativamente abundante na crosta terrestre, jazidas de vulto desta substância são raras.

06 (ITA) A concentração de $H^+(aq)$ em água de chuva é maior em qual das regiões a seguir discriminadas?

a) Deserto do Saara.

b) Floresta Amazônica.

c) Oceano Atlântico no Hemisfério Sul.

d) Região onde só se usa etanol como combustível.

e) Região onde se usa muito carvão fóssil como combustível.

07 (ITA) Quais das substâncias a seguir costumam ser os principais componentes dos fermentos **químicos** encontrados em supermercados?

a) ácido tartárico e carbonato de bário.
b) ácido acético e carbonato de cálcio.
c) ácido acético e bicarbonato de bário.
d) ácido fórmico e bicarbonato de sódio.
e) ácido tartárico e bicarbonato de sódio.

08 (ITA) O fogo-fátuo (o boitatá dos índios e caboclos) é o nome dado ao fenômeno decorrente da combustão espontânea de um certo gás, normalmente emanado de sepulturas e pântanos. Qual é esse gás?

a) H_2.
b) NH_3.
c) AsH_3.
d) PH_3.
e) CH_4.

09 (ITA) Assinale a opção que contém a **ordem crescente correta** do valor das seguintes grandezas:

I. Comprimento de onda do extremo violeta do arco-íris.
II. Comprimento de onda do extremo vermelho do arco-íris.
III. Comprimento da cadeia de carbonos na molécula de acetona no estado gasoso.
IV. Comprimento da ligação química entre o hidrogênio e o oxigênio dentro de uma molécula de água.

a) I < II < III < IV.
b) II < III < I < IV.
c) II < I < III < IV.
d) IV < I < II < III.
e) IV < III < I < II.

10 (ITA) Considere as temperaturas de ebulição (T) das seguintes substâncias na pressão ambiente:

I. cloridreto, T(I)
II. ácido sulfúrico, T(II)
III. água, T(III)
IV. propanona, T(IV)
V. chumbo, T(V)

Assinale a opção que contém a **ordem crescente correta** das temperaturas de ebulição das substâncias citadas anteriormente.

a) T(I) < T(IV) < T(III) < T(II) < T(V)
b) T(IV) < T(III) < T(V) < T(I) < T(II)
c) T(I) < T(II) < T(IV) < T(V) < T(III)
d) T(III) < T(I) < T(II) < T(V) < T(IV)
e) T(II) < T(V) < T(IV) < T(I) < T(III)

11 (ITA) Para a temperatura ambiente, considere as massas específicas dos seguintes materiais:

I. mercúrio, $\rho(Hg)$
II. ferro, $\rho(Fe)$
III. ácido sulfúrico, $\rho(\text{ácido})$
IV. água, $\rho(\text{água})$
V. óleo de oliva, $\rho(\text{óleo})$

A opção que contém a seqüência **correta** das massas específicas das substâncias citadas é:

a) $\rho(Hg) > \rho(Fe) > \rho(\text{água}) > \rho(\text{ácido}) > \rho(\text{óleo})$
b) $\rho(Fe) > \rho(Hg) > \rho(\text{água}) > \rho(\text{ácido}) > \rho(\text{óleo})$
c) $\rho(Hg) > \rho(Fe) > \rho(\text{ácido}) > \rho(\text{água}) > \rho(\text{óleo})$
d) $\rho(Fe) > \rho(Hg) > \rho(\text{ácido}) > \rho(\text{óleo}) > \rho(\text{água})$
e) $\rho(Hg) > \rho(\text{ácido}) > \rho(Fe) > \rho(\text{água}) > \rho(\text{óleo})$

12 (Unicamp) O farelo de soja, que apresenta alto teor de proteínas, é um subproduto da fabricação do óleo de soja. Recentemente, compradores internacionais observaram a adulteração de um carregamento de farelo de soja brasileiro, ao qual foram adicionados uréia $(NH_2)_2CO$ e pedra moída. Sabe-se que o teor de proteína no farelo é avaliado pelo conteúdo de nitrogênio no mesmo.

Baseando-se nas informações acima, explique porque os falsificadores usaram, conjuntamente, pedra moída e uréia na adulteração do farelo de soja?

13 (ITA) Em relação ao processo fotográfico preto e branco convencional, qual das opções a seguir contém a afirmação **errada**?

a) A solução reveladora contém um oxidante que oxida os grãos de haleto de prata não iluminados com velocidade muito maior do que aquela da oxidação dos grãos não iluminados.

b) A função da solução fixadora é a de remover, por dissolução, grãos de haleto de prata não iluminados da película sensível.

c) As regiões escuras da fotografia são devidas à prata metálica na forma de grãos muito pequenos.

d) O material sensível em filmes de papéis fotográficos se encontra disperso dentro de uma camada de gelatina.

e) O componente fundamental de soluções fixadoras é o tiossulfato de sódio.

14 (IME) A massa do $^{7}Li^{3+}$ é 7,014359 u.m.a.. Calcule a energia de ligação deste nuclídeo.

Dados:

1 u.m.a.	=	931 MeV
massa do próton	=	1,007276 u.ma.
massa do nêutron	=	1,008665 u.ma.
massa do elétron	=	0,000549 u.ma.

15 (ITA) Assinale a única opção que **não** contém concentrações ou procedimentos absurdos e, portanto, corresponda a algo realizável num laboratório nas condições ambientes.

a) Uma solução 1 molar de hidróxido de sódio é neutralizada com uma solução 2 molar de ácido carbônico colocada numa bureta.

b) Ácido clorídrico concentrado (90% de HCl em massa) é diluído com água destilada suficiente para obter uma solução 2,0 molar desse ácido.

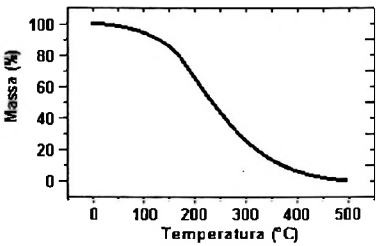
c) Uma solução 0,1 molar de dicromato de chumbo é adicionada a uma solução 0,1 molar de nitrato de prata com finalidade de precipitar dicromato de prata.

d) Ácido sulfúrico (98% de H_2SO_4 em massa) é cuidadosamente acrescentado em água destilada suficiente para obter uma solução 10 molar desse ácido.

e) Obter uma solução supersaturada de oxigênio em água, por borbulhamento prolongado deste gás em água destilada.

16 (ITA) Escreva o que você sabe sobre os processos físico-químicos fundamentais envolvidos na transformação de sangue arterial em venoso e vice-versa.

17 (ITA) Uma amostra de uma certa substância foi aquecida em um recipiente aberto e em contato com o ar. A curva a seguir representa, em termos percentuais, a fração de massa remanescente no recipiente em função da temperatura.



Das substâncias a seguir, qual poderia apresentar tal comportamento?

a) Uréia.
b) Sulfeto férrico.
c) Nitrato de cálcio.
d) Nitrato de alumínio.
e) Carbonato de sódio.

18 (ITA - 2004 - 125) Dois substratos de vidro, do tipo comumente utilizado na fabricação de janelas, foram limpos e secos. Nas condições ambientes, depositaram-se cuidadosamente uma gota (0,05 mL) de mercúrio sobre um dos substratos e uma gota (0,05 mL) de água sobre o outro substrato. Considere os líquidos puros.

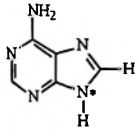
a) Desenhe o formato da gota de líquido depositada sobre cada um dos substratos.

b) Justifique a razão de eventuais diferenças nos formatos das gotas dos líquidos depositadas sobre cada um dos substratos de vidro.

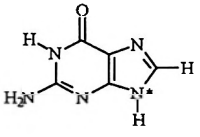
c) Qual a influência do volume do líquido no formato das gotas depositadas sobre os substratos?

19 (Unicamp) A comunicação implica transmissão de informação. É o que acontece no processo de hereditariedade através do DNA, em que são passadas informações de geração em geração. A descoberta da estrutura do DNA, na metade do século XX, representou um grande avanço para a humanidade. Wilkins, Watson e Crick ganharam o Prêmio Nobel em 1962 por essa descoberta.

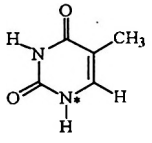
Para que seja mantida a estrutura da dupla hélice do DNA, segundo as regras de Chargaff, **existem ligações químicas entre pares das bases abaixo mostradas**, observando-se, também, que os pares são sempre os mesmos. A representação simplificada da estrutura do DNA, vista a seguir, pode ser comparada a uma "escada espiralada" (α-hélice), **onde o tamanho dos degraus é sempre o mesmo e a largura da escada é perfeitamente constante**. As bases estão ligadas ao corrimão da escada pelo nitrogênio assinalado com asterisco nas fórmulas a seguir.



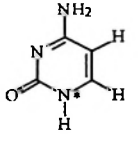
1



2



3



4

a) Considerando apenas as informações dadas em negrito, quais seriam as possíveis combinações entre as bases **1**, **2**, **3** e **4**? Justifique.

b) Na verdade, somente duas combinações do **item** a ocorrem na natureza. Justifique esse fato em termos de interações intermoleculares.

20 (ITA) São feitas as seguintes afirmações a respeito das contribuições do pesquisador francês A. L. Lavoisier (1743-1794) para o desenvolvimento da ciência:

I. Desenvolvimento de um dos primeiros tipos de calorímetros.

II. Participação na comissão responsável pela criação do sistema métrico de medidas.

III. Proposta de que todos os ácidos deveriam conter pelo menos um átomo de oxigênio.

IV. Escolha do nome oxigênio para o componente do ar atmosférico indispensável para a respiração humana.

V. Comprovação experimental da conservação de massa em transformações químicas realizadas em sistemas fechados.

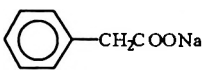
Qual das opções a seguir contém a(s) afirmação(ões) **correta(s)**?:

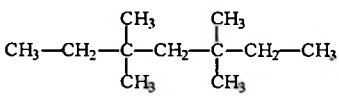
a) I, II, III, IV e V. b) Apenas I, II, e IV.

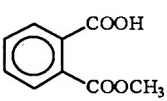
c) Apenas II e III. d) Apenas IV e V.
e) Apenas V.

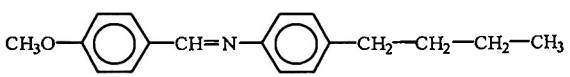
21 (ITA) Explique que tipos de conhecimentos teóricos ou experimentais, já obtidos por outros pesquisadores, levaram Avogadro a propor a hipótese que leva o seu nome.

22 (ITA) Assinale a opção que apresenta a substância que pode exibir comportamento de cristal líquido, nas condições ambientes.

a) 

b) 

c) 

d) 

e) CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–OH

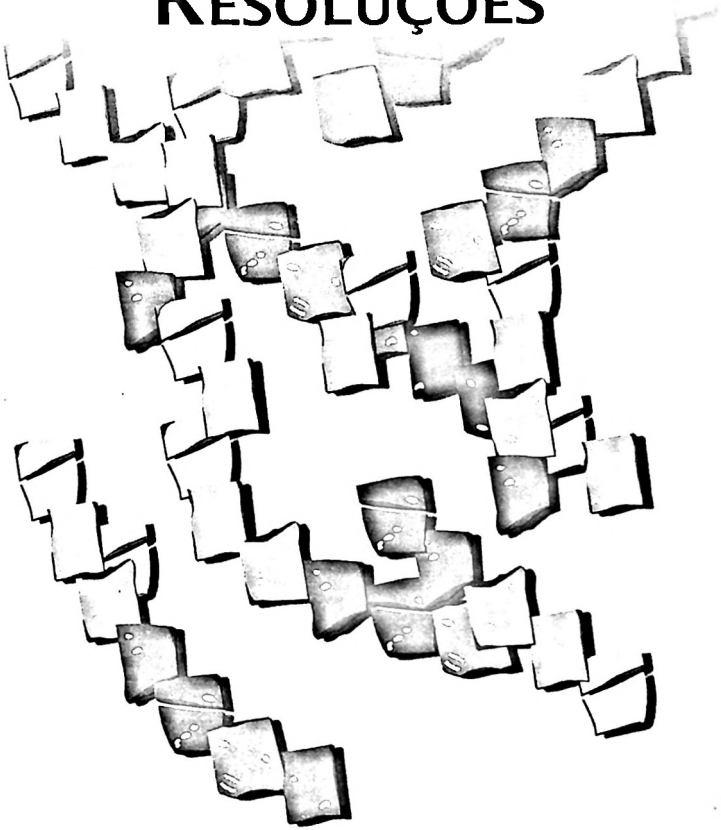
23 (ITA) Embrulhar frutas verdes em papel jornal favorece o seu processo de amadurecimento devido ao acúmulo de um composto gasoso produzido pelas frutas. Assinale a opção que indica o composto responsável por esse fenômeno.

a) Eteno. b) Metano.
c) Dióxido de carbono. d) Monóxido de carbono.
e) Amônia.

24 (ITA) Qual das opções abaixo apresenta o material com maior concentração de carbono?

a) Negro de fumo. b) Carvão.
c) Alcatrão. d) Piche.
e) Óleo diesel.

Parte V
Gabaritos e Resoluções



QUÍMICA GERAL E INORGÂNICA
ASPECTOS MACROSCÓPICOS

01 d

A única alternativa viável é o uso de um solvente que dissolva seletivamente um deles, sem dissolver o outro. Naturalmente a água não satisfaz, uma vez que dissolve a ambos.

02 Resumindo as informações numa tabela, tem-se:

substância	acetona	água
A	solúvel	solúvel
B	solúvel	insolúvel
C	insolúvel	insolúvel

A adição de água à mistura de **A**, **B** e C dissolverá apenas **A**. Após agitação, repouso e filtração, obteremos uma solução aquosa de **A** que, por evaporação, separará **A**. No filtro ficará uma mistura de **B** e C.

A adição de acetona a esta mistura de **B** e C dissolverá apenas **B**. Após agitação, repouso e filtração, obteremos uma solução cetônica de **B** que, por evaporação, separará **B**. No filtro restará C.

03

a) mistura I — resíduo: areia
b) mistura III — resíduo: NaCl

04

a) Se o material mais duro de todos é o MnO(OH), ele corresponde à amostra A. Como o $CaCO_3$ é o único que libera gás em reação com ácido ($CaCO_3 + 2\ H^+(aq) \rightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2(g)$), ele corresponde à amostra C. Assim:

A	MnO(OH)
B	$SrSO_4$
C	$CaCO_3$

b) Só poderia ser identificado o $CaCO_3$, devido à liberação de gás.

05 a

Podemos afirmar que é homogêneo, logo monofásico. Pode ser uma mistura (solução sólida) ou uma única substância. Logo nada podemos afirmar sobre a constância de sua temperatura de fusão ou de ebulição. Nada podemos afirmar quanto a ser uma substância simples ou composta.

06

a) Cálculo da massa de uma receita recém preparada:

(360 + 6 + 1 + 100 + 90 + 100 + 3) g = 660 g

Como a densidade aparente da "massa" recém preparada é 1,10 g/cm³, temos:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{660}{1{,}10}\,cm^3 = 600\,cm^3$$

b) Quando os ingredientes são misturados, aparecem novas interações intermoleculares que fazem variar o volume total.

07

a) O processo de separação é a decantação.

b) A cal virgem reage com água formando hidróxido de cálcio, pois é um óxido básico:

$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$ (na verdade $Ca^{2+}(aq) + 2\ OH^-(aq)$)

O hidróxido de cálcio reage com o sulfato de alumínio produzindo o hidróxido de alumínio:

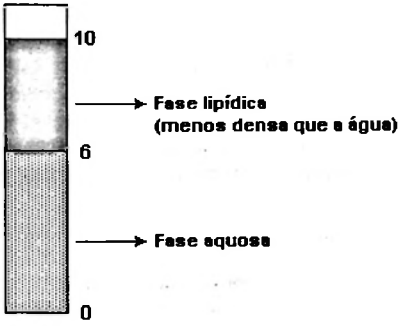
$3\ Ca(OH)_2(aq) + Al_2(SO_4)_3(aq) \rightarrow 3\ CaSO_4(s) + 2\ Al(OH)_3(s)$

Como $Al^{3+}(aq) + 3\ OH^-(aq) \rightarrow Al(OH)_3(s)$, poderia ser usada outra base em vez da cal virgem, o que normalmente não é feito devido ao baixo custo desta.

c) $Fe(OH)_3$: hidróxido de ferro III ou hidróxido férrico.

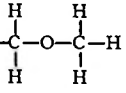
08

a) A margarina "light" contém menos gorduras vegetais hidrogenadas do que a margarina "normal". O tubo que corresponde à margarina "light" é:



b) Margarina "light": 4 unidades de volume.
Margarina "normal": 8 unidades de volume.
A gordura da margarina "light" custa mais que a gordura da margarina "normal". O preço é duas vezes maior.

09
a) O_2.
b) N_2, aproximadamente 78%.
c) carbono.

d)


10
a) ferro
b) gás carbônico, CO_2
c) $C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O$

11
a) H_2O, O_2
b) O técnico se refere ao oxigênio (O_2) dissolvido na água do rio. O estudante se refere ao elemento oxigênio presente na fórmula da água.

12 b

Se a substância já é sólida, e apresenta uma única forma cristalina, não há como existir este patamar de temperatura constante.

13

a) Quimicamente, não há nenhuma relação entre a cor de um material e sua pureza. Há um sem-número de materiais puros que não são brancos.

b) Primeiramente o açúcar se dissolve na água da saliva devido a quebra das pontes de hidrogênio existentes entre as moléculas de açúcar no retículo cristalino e depois pela formação de novas pontes de hidrogênio entre as moléculas de açúcar e a água da saliva.

c) A seqüência seria: Plantaram, colheram e **moeram** a cana. **Concentraram o caldo, cristalizaram o açúcar, centrifugaram-no açúcar, secaram-no, ensacando-o.**

14 Podemos resumir a situação assim:

Estado sólido	se 50 ° < TF < TE.
Estado líquido	se TF < 50 °C < TE.
Estado gasoso	se TF < TE < 50 °C.

Logo:

clorofórmio	líquido
éter etílico	gasoso
etanol	líquido
fenol	líquido
pentano	gasoso

15

a) Processo 1: evaporação da água e sua condensação na forma de gotículas (em suspensão) formando as nuvens.

b) Pontes de hidrogênio.

c) O processo 3: solidificação (neve).

16 $d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d}$. Portanto, quanto menor a densidade, maior o volume, já que os líquidos apresentam massas iguais.

V(etanol) > V(água) > V(clorofórmio)

17

a) álcool etílico ou álcool comum

b) Vamos interpretar "quantidade de líquido" como "volume de líquido", como é sugerido pelo fornecimento de densidades. Calculando primeiramente para o óleo de soja:

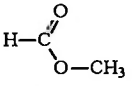
1 hectare produz 2600 kg de grãos, logo 0,2 × 2600 kg = 520 kg de óleo. Convertendo para volume:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d} = \frac{520}{0,8} = 650\ L$$

Calculando agora para o álcool, 1 hectare produz 80 t de cana, ou seja, 80 × 80 L = 6400 L de álcool.

Concluímos que a cultura de cana produziria maior volume de líquido.

c) O éster mais simples que se conhece é o metanoato de metila:

metanoato de metila 

Estrutura Atômica

01 Trabalhando os dados da tabela, temos:

$Z_1 = Z_2 = 15$

$A_1 = 20$

$n_2 = 6$

$A_3 = 22$

$$\begin{cases} 33 + p_2 + p_3 = 100 \\ \dfrac{19{,}9 \times 33 + 20{,}9 \times p_2 + 21{,}9 \times p_3}{100} = 21{,}1 \end{cases}$$

A resolução deste sistema conduz a $p_2 = 14$ e $p3 = 53$.

Resumindo a resposta: Certas: II e V; Erradas: I, III e IV.

Cabe observar que o elemento fósforo ($Z = 15$) apresenta como único nuclídeo natural $^{31}_{15}P$, com massa nuclídica 30,98. Assim, os dados apresentados são fantasiosos.

02 Podemos montar o seguinte sistema:

$$\begin{cases} 78{,}8 + b + c = 100 \\ \dfrac{24 \times 78{,}8 + 25 \times b + 26 \times c}{100} = 24{,}32 \end{cases}$$

A resolução deste sistema conduz a $b = 10{,}4$ e $c = 10{,}8$.

Logo, $b : c = 10{,}4 : 10{,}8 = 1 : 1{,}04$.

Assim, não é possível a utilização do magnésio natural.

03 Determinamos o volume do próton:

$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

Como $V = 5 \times 10^{-14}$ cm, temos:

$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times \left(5 \times 10^{-14}\right)^3 = 5{,}24 \times 10^{-40}\ \text{cm}^3$$

Assim, a densidade do próton fica:

$$\frac{m}{V} = \frac{1{,}67 \times 10^{-24}}{5{,}24 \times 10^{-40}} = 3{,}19 \times 10^{15}\ \text{g/cm}^3.$$

Esta densidade é espantosamente alta, corresponde a mais de 3 trilhões de toneladas no volume de 1 litro.

04 Respondendo opção por opção:

a) Os números quânticos principal e secundário, **n** e **l**, definem a energia.

b) Os números quânticos principal, secundário e magnético, **n**, **l**, e **m**, definem o orbital.

c) Os números quânticos magnético e magnético spin, **m** e m_s, são arbitrários.

05 Como há 15 elétrons num íon 2+, há 17 prótons, e logo 15 nêutrons. Assim:

$^{32}_{17}X^{2+}$; Z = 17; A = 32.

[Ne] $3s^2\ 3p^3$; 2 - 8 - 5.

06 n = 4, nível 4; l = 2, subnível d.

a) Como estes são os 3 únicos elétrons desemparelhados, a distribuição eletrônica termina em $4d^3$. Logo, a distribuição é [Kr] $5s^2\ 4d^3$, e o número atômico é Z = 41.

b) Ter l = 1 significa elétron em subnível p. Existem os subníveis $2p^6$, $3p^6$ e $4p^6$. Logo, 18 elétrons apresentam l = 1.

07 Analisando item a item:

I. se os átomos são diamagnéticos, não há elétrons desemparelhados;

II. se é sempre divalente, tem como subnível mais energético ns^2;

III. se tem 4 subníveis s completos, este subnível mais energético é o $4s^2$. Logo, Ca (Z = 20) ou Zn (Z = 30).

IV. se o número de massa dos isótopos estáveis é maior que 55, o Ca está descartado.

Assim, Zn, (Z = 30). São estáveis os isótopos de números de massa 64, 66, 67, 68 e 70.

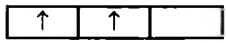
08 A tabela abaixo mostra:

He	$1s^2$	Z = 2
Ne	[He] $2s^2\ 2p^6$	Z = 10
Ar	[Ne] $3s^2\ 3p^6$	Z = 18
Kr	[Ar] $4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6$	Z = 36
Xe	[Kr] $5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6$	Z = 54

Rn	[Xe] $6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^6$	Z = 86
Uuo	[Rn] $7s^2\ 5f^{14}\ 6d^{10}\ 7p^6$	Z = 118

09 A estrutura eletrônica do chumbo é:

$_{82}Pb$ = [Xe] $6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^2$.



Logo, n = 6; l = 1; m = 0; $m_s = -1/2$.

10 Cada orbital passaria a poder conter 3 elétrons no máximo, logo:

a) s = 3; p = 9

b) Nível 2 = $2s^3\ 2p^9$ = 12 elétrons no máximo
Nível 3 = $3s^3\ 3p^9\ 3d^{15}$ = 27 elétrons no máximo

c) Z = 8 seria $1s^3\ 2s^3\ 2p^2$
Z = 17 seria $1s^3\ 2s^3\ 2p^9\ 3s^2$
Z = 25 seria $1s^3\ 2s^3\ 2p^9\ 3s^3\ 3p^7$

11 Item a item:

I. errada ($2s^3$)
II. excitado
III. fundamental
IV. excitado
V. excitado
VI. excitado

12 Item a item:

I. correto.
II. não, pois l = 0 implica m = 0.
III. não; entre outros erros, n = 2 implica l = 0 ou l = 1.
IV. não; não existe spin = 0.
V. não; não existe l = -1
VI. não; pois l = 0 implica m = 0.

13 Os átomos podem ser assim configurados:

$^{150}_{62}A$ $^{150}_{63}B$ $^{151}_{64}C$

a) 150 - 63 = 87;
b) $_{64}C = [Xe]\ 6s^2\ 4f^8$.

14 Chamando de f a freqüência, temos:

$$c = \lambda \times f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda}$$

$$E = h \times f \Rightarrow f = \frac{E}{h}$$

Assim, igualamos:

$$\frac{c}{\lambda} = \frac{E}{h} \Rightarrow \lambda = \frac{h \times c}{E}$$

Aplicando valores numéricos para a constante de Planck, a velocidade da luz e para a correspondência elétron-volt × J,

$h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J . s, $c = 3{,}00 \times 10^8$ m/s, 1 eV = $1{,}60 \times 10^{-19}$ J temos:

$$\lambda = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^8}{100 \times 1{,}60 \times 10^{-19}} = 12{,}43 \times 10^{-9}\ m = 12{,}43\ nm$$

15 No eleito fotoelétrico, $E_{incidente} = E_{ligação} + E_{cinética}$.

$E_{incidente}$ - como c = × f e E = h × f, temos:

$$E_{incidente} = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 4{,}97 \times 10^{-19}\ J.$$

$E_{cinética}$ - convertendo de eV para J:

$E_{cinética} = 2{,}1 \times 1{,}60 \times 10^{-19}\ J = 3{,}36 \times 10^{-19}\ J$

$E_{ligação}$ - será a diferença:

$E_{ligação} = 4{,}97 \times 10^{-19}\ J - 3{,}36 \times 10^{-19}\ J = 1{,}61 \times 10^{-19}\ J$

$E_{ligação}$ em eV:

$$E_{ligação} = \frac{1{,}61 \times 10^{-19}}{1{,}60 \times 10^{-19}}\ eV = 1{,}01\ eV$$

$$E_{ligação} = \frac{h \times c}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{h \times c}{E_{ligação}}\ m$$

$$\lambda_0 = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}}{1{,}61 \times 10^{-19}} = 1{,}235 \times 10^{-6}\ m$$

Ou seja, $\lambda_0 = 1235$ nm.

16 e

Analisando opção por opção:

a) certa — Chamam-se "hidrogenóides" aos nuclídeos que apresentam um único elétron, como o hidrogênio.

b) certa — Para o átomo de hidrogênio, que no estado fundamental só tem um nível, o nível 3 não apresenta diferenciação em orbitais.

c) certa — Para o átomo de carbono, que no estado fundamental tem dois níveis, o nível 3 apresenta diferenciação em orbitais.

d) certa — No átomo de hidrogênio, que no estado fundamental só tem um nível, a densidade de probabilidade para um elétron no orbital 2p é nula.

e) **errada** — A energia para excitar um elétron do cátion He^+ é diferente da energia para excitar um elétron do hidrogênio, o que leva a diferentes freqüências emitidas.

17 a

Robert Andrews **Milikan** determinou a carga do elétron através da clássica experiência da gota de óleo equilibrada entre placas carregadas eletricamente, em 1909. Joseph John **Thomson** descobriu o elétron em 1887, tendo recebido o prêmio Nobel de 1906 por isto.

18 e

A única opção que merece comentário é a **d**. Os níveis se "aproximam" energeticamente na seqüência de 1 a 7, por exemplo: a distância energética entre os níveis 1 e 2 é a maior entre dois níveis, enquanto que a entre os níveis 6 e 7 é a menor.

19 e

Todas as afirmações são corretas. Merecem comentário as afirmações I e II, as mais características da teoria de Dalton: átomo como esfera rígida, e átomos idênticos para um mesmo elemento (desconhecimento, mais que natural, da existência de átomos isótopos).

20 e

É importante frisar mais uma vez (vide comentário da opção **b** da questão **16**) que, no átomo de hidrogênio, são indistintos os orbitais 3s, 3p e 3d.

21 d

I.	Só pode ser: $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1$	⇒	fundamental
II.	Pode ser: $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ ou: $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1$	⇒	fundamental excitado
III.	Pode ser: $1s^2\ 2s^2\ 2px^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ ou: $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^2$	⇒	fundamental excitado
IV.	Só pode ser: $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^1$	⇒	fundamental
V.	Só pode ser: $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^1\ 3s^1$	⇒	excitado

22

a) Escolheria a substância **B**, pois, conforme o texto, o protetor solar deve absorver a luz UV, que é prejudicial à saúde, sendo que a luz UV tem comprimento de onda menor que o da luz visível, ou seja, abaixo de 400 nm. A substância **B** é a que mais absorve a luz nessa faixa do espectro.

b) A absorção de luz ultravioleta pela substância **B** leva à sua decomposição, diminuindo, assim, a sua concentração; conseqüentemente, reduz-se a sua absorbância no UV. A figura pode ser o mesmo espectro fornecido no texto da questão, porém bem deslocado para menores valores de absorbância.

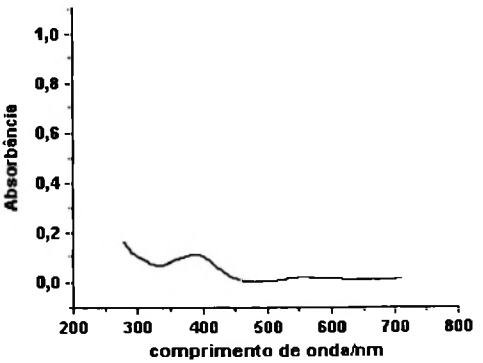
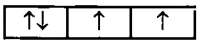


Tabela Periódica

01 e

Observe os gases nobres como máximos (e diminuindo de valor), e os metais alcalinos como mínimos, e diminuindo de valor.

02 Os números quânticos do último elétron correspondem a $5p^4$:



Logo, [Kr] $5s^2\ 4d^{10}\ 5p^4$, correspondendo a Z = 52. Conseqüentemente, 5°. período, grupo 16 (6A).

03 Em verdade, a anomalia não está no fato dos potenciais de ionização de **O**, **S** e **Se** serem **mais baixos** do que deveriam, e sim no fato dos potenciais de ionização de **N**, **P** e **As** serem **mais altos** do que deveriam. O motivo é a estabilidade extra conferida a estes três elementos pela **simetria esférica** da distribuição $ns^2\ np^3$.

04 Respondendo item a item:

a) X = 4° período, grupo 1; Y = 4° período, 17.

b) Y (X é um metal alcalino, logo é o maior elemento do período).

c) X (metal).

d) X (o metal alcalino é o elemento de menor potencial de ionização do período).

05 Item a item:

a) Aumenta da esquerda para a direita, do metal alcalino para o gás nobre.

b) Aumenta da esquerda para a direita, do metal alcalino para o halogênio.

c) Diminui da esquerda para a direita, do metal alcalino para o halogênio. É extremamente difícil a determinação direta do tamanho do átomo de um gás nobre.

06 O gás nobre do 7° período terá distribuição eletrônica [Rn] $7s^2\ 5f^{14}\ 6d^{10}\ 7p^6$, logo Z = 118, representado Uuo.

07 O gás nobre do 7° período terá distribuição eletrônica:

[Rn] $7s^2\ 5f^{14}\ 6d^{10}\ 7p^6$, logo Z = 118, representado Uuo.

Não faz mal delirar um pouco. O gás nobre do 8° período terá distribuição eletrônica:

[Uuo] $8s^2\ 5g^{18}\ 6f^{14}\ 7d^{10}\ 8p^6$, logo Z = 168, representado Uho.

Assim, o elemento de Z = 150 será do 8° período, com distribuição: Upn = [Uuo] $8s^2\ 5g^{18}\ 6f^{12}$.

08 c

Opção por opção:

a) certo — I é o gás nobre argônio.

b) certo — II é o magnésio.

c) **errado** — III é o metal potássio; metais apresentam baixas afinidades eletrônicas. A maior afinidade eletrônica dentre os átomos presentes é a do cloro (IV).

d) certo — IV é o cloro, sua transformação em Cl^- libera energia.

e) certo — IV é o cloro, sendo o mais eletronegativo dos presentes.

09 e

Item por item:

a) correta — K = 2; L = 8; M = 18; N = 32.

b) correta — O estado fundamental é $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$.

c) correta — $3p^3$ fundamental é $3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1$.

d) correta — Nitrogênio, devido a sua estabilidade extra devida à simetria esférica, tem primeiro potencial de ionização maior que o do oxigênio – mas não maior que o flúor.

e) correta — Lembrando sempre que, para o hidrogênio, os orbitais 3s, 3p e 3d são indistintos.

10 e

Em **a**, temos o fato que $A^+ < A$, para qualquer elemento **A**. Nas demais opções, temos íons isoeletrônicos com 10 elétrons, observe que

$$_{12}Mg^{2+} < {}_{11}Na^{+} < {}_{10}Ne < {}_{9}F^{-} < {}_{8}O^{2-}$$

11 d

Vamos fazer n = 3, para facilitar o raciocínio. Logo, **I** corresponde a [Ne] $3s^2\ 3p^5\ 4s^2$. Foi informado que este é o primeiro estado excitado do átomo **A**. Assim, **A** teria 19 elétrons, correspondendo ao K.

II	[Ne] $3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 4p^1$	20 elétrons	estado excitado do íon K^-
III	[Ne] $3s^2\ 3p^4\ 4s^2$	18 elétrons	estado excitado do íon K^+
IV	[Ne] $4s^2\ 4p^5$	17 elétrons	estado fundamental do íon K^{2+}
V	[Ne] $3s^2\ 3p^6\ 4s^2$	20 elétrons	estado fundamental do íon K^-
VI	[Ne] $3s^2\ 3p^6$	18 elétrons	estado fundamental do íon K^+
VII	[Ne] $3s^2\ 3p^5\ 4s^1\ 4p^1$	19 elétrons	estado excitado do átomo de K
VIII	[Ne] $3s^2\ 3p^6\ 4s^1$	19 elétrons	estado fundamental do átomo de K

Analisando opção por opção:

a)	$\lvert E_{III} - E_{VI} \rvert$	excitação eletrônica do íon K^+	certa
b)	$\lvert E_{II} - E_{V} \rvert$	excitação eletrônica do íon K^-	certa
c)	$\lvert E_{IV} - E_{VI} \rvert$	ionização do íon K^+	certa
d)	$\lvert E_{II} - E_{VIII} \rvert$	afinidade eletrônica do átomo de K	**errada**
e)	$\lvert E_{VII} - E_{VIII} \rvert$	excitação eletrônica do átomo de K	certa

A opção **d** seria correta se II fosse o estado fundamental do íon K^-.

Ligações Químicas

01 d

Uma das principais características das ligações metálicas é a ausência de moléculas, como também ocorre nas ligações iônicas – em ambas ocorre a formação de cristais. Assim, não há a característica direcional da ligação covalente, com seus ângulos de ligação.

02 a

É importante compreender que se deseja os tipos de agregação no estado sólido. Logo, cristal covalente, cristal iônico, cristal metálico e cristal molecular. A correlação completa é:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
b	c	a	d	b	c	d	a

03 e

O caráter iônico é tanto maior quanto maior for a diferença de eletronegatividade.

04 c

As atrações entre as moléculas da água através das pontes de hidrogênio determinam que seja líquida na temperatura ambiente.

05 A maioria dos elementos apresenta elétrons desemparelhados; conseqüentemente, é paramagnética. No entanto, a ligação química promove o emparelhamento de elétrons: raras são as substâncias que apresentam elétrons desemparelhados. Logo, a maioria das substâncias é diamagnética.

06 Consideremos que seja **X** o alcalino-terroso, e **Y** o halogênio. Logo, a fórmula do composto será XY_2. Como **X** e **Y** são isóbaros, o número de massa de ambos será $\frac{393}{3} = 131$. Podemos então afirmar que o número atômico de ambos será inferior a $\frac{131}{2} \cong 65$.

Alcalino-terroso de **Z** imediatamente inferior a 65: $^{131}_{56}Ba$ (75 nêutrons); halogênio de **Z** imediatamente inferior a 65: $^{131}_{53}I$ (78 nêutrons).

Conferindo: $\frac{78}{75} = 1{,}04$.

Resposta:

$X = {}^{131}_{56}Ba$; [Xe] $6s^2$

$Y = {}^{131}_{53}I$; [Kr] $5s^2\ 4d^{10}\ 5p^5$

07 d

Considerando que os números atômicos do carbono e do flúor são, respectivamente, 6 e 9, a molécula apresenta um total de $6 + 4 \times 9 = 42$ elétrons.

08

a) A hipótese mais simples é que **X** estaria no grupo 1, sendo um metal alcalino, e **Y** no grupo 2, sendo um metal alcalino-terroso.

b) Com massas atômicas próximas, uma boa escolha é X ser o K (aproximadamente 39), e Y ser o Ca (aproximadamente 40).

09

a) O cálcio é o cátion do composto, sendo os ânions o fosfato e a hidroxila.

b) Uma boa escolha é o também alcalino-terroso bário.

c) Em linguagem bem simplificada, 10 cálcios fazem +20, e 6 fosfatos fazem -18. Assim, precisamos de 2 hidroxilas, -1 cada uma, para garantirmos a neutralidade elétrica. Logo, $x = 2$.

10

a) Os elementos **X**, **Y** e **Z** são, respectivamente, oxigênio, carbono e potássio.

b) A combinação de carbono e oxigênio pode originar os gases CO_2 (dióxido de carbono) e CO (monóxido de carbono).

c) A hipótese mais simples é K_2CO_3, carbonato de potássio.

11

a) $2\ K + Cl_2 \rightarrow 2\ KCl$

b) $Ca + Br_2 \rightarrow Ca\ Br_2$

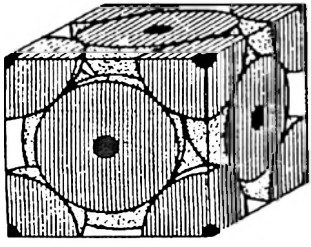
12 b

Composto sólido em temperatura ambiente, que tem condutividade elétrica praticamente nula no estado sólido e condutividade elétrica

alta no estado líquido são os principais "sintomas" do composto iônico: no caso, o brometo de sódio, NaBr.

13 d

Na estrutura cúbica de face centrada, os átomos estão localizados nos vértices e no centro das faces da célula. Os átomos nas faces ocupam apenas metade do seu volume dentro da célula.



A relação entre **a** aresta do cubo "célula unitária" (**a**) e o raio dos átomos (**R**) é $4 \times R = a \times \sqrt{2}$. O número de átomos no interior da célula é 4. O número de coordenação é 12. O fator de empacotamento é 0,74, calculável através de:

$$\frac{\frac{16 \times \pi}{3} \times R^3}{\left(2\sqrt{2}\right)^3 \times R^3} = 0{,}7405 \text{ , ou seja, } 74{,}05\%.$$

14 e

Item por item:

a) certa Amônia é polar.
b) certa Metano é apolar.
c) certa CO_2 é apolar.
d) certa Etino é linear e apolar.
e) falsa As ligações C – C, C = C e C ≡ C são apolares.

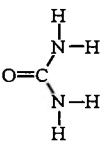
15

a) PH_3

b) H_2S

c) CF_4

16 A uréia pode ser assim representada:



17 b

É muito conhecido o fato da hibridação do carbono, quando este faz 4 ligações simples, ser sp^3.

18 c

São apolares H_2 e PCl_5, HCl, HF e PCl_3 são polares.

19 d

Uma questão bastante polêmica... Para início, o NO citado entre os óxidos de nitrogênio sobre os quais se farão afirmações, não aparece em nenhuma delas.

A afirmação I inicia com "Sabendo-se" e segue-se uma afirmação falsa: N_2O, na verdade, é linear e polar. A afirmação após o "segue" é também falsa: a estrutura do N_2O é $N \equiv N \rightarrow O$. Assim, consideramos esta afirmação como **falsa**.

A afirmação II é **correta**.

A afirmação III é pelo menos estranha. No caso do NO_2 a afirmação é verdadeira, mas o que significa este "necessariamente"? Toda molécula polar deve ter um cátion com geometria linear? Como não há a opção "II e III verdadeiras", ficamos com **d**. Mas... com uma pulga atrás da orelha. O que na verdade os examinadores desejavam?

20 a

Todas as afirmações são verdadeiras, nesta questão de Física do Estado Sólido.

21 c

Lauril (dodecil) sulfato de sódio é um composto iônico, um sal de ácido graxo.

22 c

Espécie	VSEPR	Geometria
OF_2	OF_2E_2	angular
SF_2	SF_2E_2	angular
BF_3	BF_3E_0	trigonal plana
NF_3	NF_3E_1	piramidal
CF_4	CF_4E_0	tetraédrica
XeO_4	XeO_4E_0	tetraédrica

23 e

CO	equivale a uma ligação tripla, molécula isoeletrônica e isóstera de N_2
CO_2	ligação dupla
HCOOH	ligação intermediária entre simples e dupla
CH_3OH	ligação simples

24 e

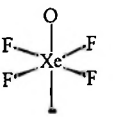
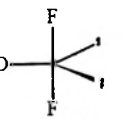
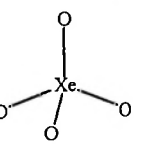
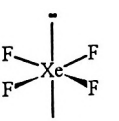
Chamando de **n** o número de espécies por célula unitária, a massa de n espécies por célula unitária é $\frac{n \times M}{Nav}$. O volume da célula unitária é Z^3. Assim:

$$\frac{\frac{n \times M}{Nav}}{Z^3} = \mu \Rightarrow n = \frac{Z^3 \times \mu \times Nav}{M}$$

25 a

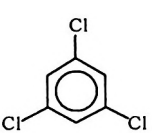
Caso	VSEPR	m + n	Hibridação
I	NO_2NE_0	3	sp^2
II	$ClFO_2E$	4	sp^3
III	ICl_3E_2	5	dsp^3
IV	$[ClF_4OE_1]^-$	6	d^2sp^3

26 Observe o esquema abaixo:

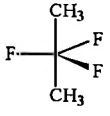
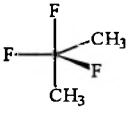
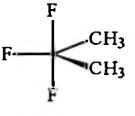
Espécie	VSEPR	Geometria	Ângulos	Aspecto
$XeOF_4$	$XeOF_4E_1$	Bipirâmide de base quadrada	90°, 180°	
$XeOF_2$	$XeOF_2E_2$	Bipirâmide trigonal	90°, 180°	
XeO_4	XeO_4E_0	Tetraédrica	109° 28'	
XeF_4	XeF_4E_2	Em X, em cruz	90°, 180°	

27 c

Observe a simetria do 1, 3, 5 - triclorobenzeno:



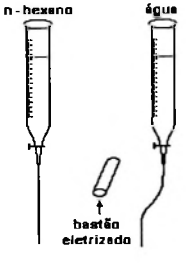
28 Desenhando as estruturas, que são claramente bipirâmides trigonais:

Estrutura I	Estrutura II	Estrutura III
		
3 átomos de F no plano equatorial molécula apolar	2 átomos de F no plano equatorial molécula polar	1 átomo de F no plano equatorial molécula polar

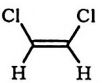
A ordem de polaridade é II > III >I, o que permite identificar as estruturas a partir de dados de momento de dipolo.

29

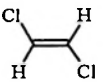
a) O "fio" da bureta que contém n-hexano não sofre desvio significativo com a aproximação do bastão eletrizado. Esse fato se deve à característica apolar das moléculas do n-hexano. O fio da bureta que contém água se desvia significativamente, devido à polaridade das moléculas da água.



b) O "fio" do cis-1,2-dicloroeteno sofreria desvio ao se aproximar o bastão eletrizado, pois suas moléculas são polares. Quanto ao "fio" do trans-1,2-dicloroeteno, não sofreria desvio, pois suas moléculas são apolares.



cis-1,2-dicloroeteno
polar



trans-1,2-dicloroeteno
apolar

30 d

Apresentam assimetria estrutural, e conseqüentemente polaridade, NF3 e ClF_3.

31

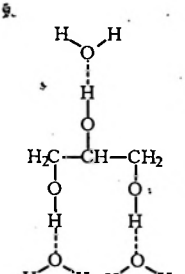
a)

Substância	P.E. (K)	P.E. (°C)
CH_4	112	-161
NH_3	240	-33
H_2O	373	100

b) Primeiramente, cabe observar a proximidade das massas molares: 16 g/mol, 17 g/mol e 18 g/mol. A molécula do metano é apolar, logo corresponde ao menor ponto de ebulição. A molécula da água é a mais polar e a que apresenta pontes de hidrogênio mais fortes, logo corresponde ao maior ponto de ebulição.

32

a) Desrespeitamos todos os ângulos de ligação para tentar ganhar em clareza:



Ponte de hidrogênio representada por

b) Aquecendo-se o panetone ressecado, rompem-se as pontes de hidrogênio entre as moléculas de água e glicerina, umedecendo a massa novamente.

33 Ao se pingar uma gota de óleo diesel, esta terá uma forma esférica, pois o óleo é apolar (hidrocarboneto) e a água, polar. Ao se fazer o mesmo com o ácido oléico, ele se espalhará na água, formando uma película circular monomolecular de extensão maior que a do óleo diesel. Haverá forte interação tipo pontes de hidrogênio entre a carboxila do ácido oléico e as ligações O - H da água.

34 b

Éter dimetílico e etanol são isômeros de função, logo apresentam a mesma massa molar (46 g/mol). O etanol tem ponto de ebulição muito superior ao do éter dimetílico devido às pontes de hidrogênio (78,4 °C > -23,7 °C).

Propanona e ácido etanóico têm massas molares próximas (58 g/mol e 60 g/mol). O etanóico têm ponto de ebulição superior ao da propanona devido às pontes de hidrogênio (118,1 °C > 56,2 °C).

Naftaleno e benzeno têm massas molares afastadas (128 g/mol) e 78 g/mol) e forças intermoleculares semelhantes, devido às semelhanças estruturais. Logo, seus pontos de ebulição são diferentes devido às diferenças das massas molares (218,0 °C > 80,1 °C).

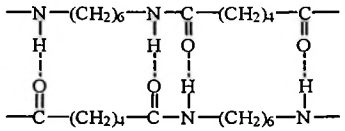
35 b

Etanol e 1-propanol apresentam solubilidade infinita em água, como também o metanol e o 2-propanol. Os demais mono-álcoois têm solubilidades limitadas em água, e decrescentes com o aumento do número de carbonos. Isto se deve à diminuição da polaridade, devido ao aumento da cadeia (parte "apolar").

36

a) O polímero mais resistente à tração é o náilon, devido ao fato de as atrações intermoleculares entre as suas cadeias poliméricas serem mais intensas que no polietileno.

b) Observe a figura a seguir:



O principal tipo de interação entre essas cadeias poliméricas são as pontes de hidrogênio.

37 De um modo geral, substâncias moleculares que não fazem pontes de hidrogênio (Br_2) têm ponto de fusão menor do que substâncias moleculares que fazem pontes de hidrogênio (H_2O).

Estas têm ponto de fusão menor que os dos metais (Na), que, por sua vez, têm pontos de fusão menores que os dos compostos iônicos (NaBr).

O Si é uma substância covalente formada por um arranjo cristalino com um número muito grande de átomos e, por esse motivo, apresenta o maior ponto de fusão.

38 O trabalho necessário para quebrar as pontes de hidrogênio na água no estado líquido é maior do que no estado sólido. Durante a fusão enfraquecemos as pontes de hidrogênio, mas durante a ebulição elas são rompidas. Conseqüentemente, gasta-se mais energia no decorrer da ebulição do que durante a fusão.

Reações Químicas

01 d

A reação é $Al_4C_3(s) + 12\ H_2O(l) \rightarrow 4\ Al(OH)_3(s) + 3\ CH_4(g)$

02 d

sulfato de sódio	Na_2SO_4
sulfito de sódio	Na_2SO_3
tiossulfato de sódio	$Na_2S_2O_3$
sulfeto de sódio	Na_2S

03

a) $2\ Al(s) + 6\ HCl(aq) \rightarrow 2\ AlCl_3(aq) + 3\ H_2(g)$

b) Observe a representação, na qual substituímos o radical fenil (C_6H_5) por metil (CH_3):

$$-\left[CH_2CH(CH_3)\right]-_n$$

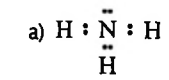
04

a) O ferro origina óxidos coloridos: FeO e Fe_3O_4 são negros, e Fe_2O_3 é vermelho.

b) Lembrando que o ácido estomacal é HCl:

$Fe_2O_3 + 6\ HCl \rightarrow 2\ FeCl_3 + 3\ H_2O$

05

a) 

b) Devemos esperar (e a amônia realmente as apresenta) propriedades básicas. O par de elétrons livre, permitindo a recepção de um H^+, decide toda a química da amônia.

06

a) Comportamento básico, uma vez que recebe próton (H^+).

b) Comportamento ácido, uma vez que doa próton (H^+).

07 e

O par de moléculas básicas é **I**: hidrazina (N_2H_4) e metilamina (CH_3NH_2), devido ao par de elétrons. O par de moléculas isoeletrônicas é **IV**: N_2 e CO, ambas com 14 elétrons. O par de moléculas apolares é **V**: CCl_4 e CH_4.

08 d

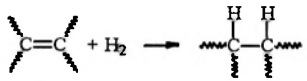
Nas três primeiras reações a água funciona como ácido. Na opção **d**, P_2O_5 é um anidrido, e força a água a funcionar como base.

09

a) NO_2. Cabe a ressalva de que a molécula NO_2 não é linear, e sim angular.

b) $2\ N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ N_2O(g)$. Cabe a ressalva do fato que a molécula N_2O é linear, mas que o átomo central não é o oxigênio, e sim o nitrogênio: $N \equiv N \rightarrow O$. Muitas ressalvas para uma questão só...

10

a) 

b) A fórmula dos ácidos monocarboxílicos saturados é $C_nH_{2n}O_2$. Logo, $C_{18}H_{32}O_2$ pode conter 2 duplas ligações por molécula.

11

a) Se fosse carvão o conteúdo do recipiente **B**, ocorreria a reação:

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

O $CO_2(g)$ iria para a atmosfera, causando uma diminuição da massa no prato do recipiente **B**. Logo, este prato subiria.

Se fosse ferro o conteúdo do recipiente **B**, ocorreria a reação:

$$2\ Fe(s) + 3/2\ O_2(g) \rightarrow Fe_2O_3(s)$$

O $Fe_2O_3(s)$ ficaria no recipiente **B**, causando um aumento da massa no prato do recipiente **B**. Logo este prato desceria, como efetivamente desceu. Logo, o sólido em **B** era ferro.

b) $2\ Fe(s) + 3/2\ O_2(g) \rightarrow Fe_2O_3(s)$

12 e
Todos os itens:

I. **correta** Na, Mg e Zn são metais típicos.

II. **correta** Assim o mostram os hidróxidos KOH, $Ba(OH)_2$ e $Cu(OH)_2$.

III. **correta** C, N e S são ametais típicos.

IV. **correta** Tanto PbO_2 quanto MnO_2 se reduzem ao cátion 2+ com facilidade.

13 c

forma molecular $Na_2S(aq) + 2\ AgNO_3(aq) \rightarrow 2\ NaNO_3(aq) + Ag_2S(s)$

forma iônica I $2\ Na^+(aq) + S^{2-}(aq) + 2\ Ag^+(aq) + 2\ NO_3^-(aq) \rightarrow 2\ Na^+(aq) + 2\ NO_3^-(aq) + Ag_2S(s)$

forma iônica II $S^{2-}(aq) + 2\ Ag^+(aq) \rightarrow Ag_2S(s)$

14 c
O autor da questão deve ter se divertido bastante escrevendo as opções...

15 Pinga-se vinagre sobre amostras de cada uma das barricas. A efervescência de uma delas indicará a que contém Na_2CO_3.
Prepara-se uma solução concentrada do conteúdo desta barrica, ou seja, uma solução concentrada de Na_2CO_3. Pinga-se sobre amostras de cada uma das substâncias ainda não identificadas. O cheiro característico de amônia indicará aquela cujo conteúdo é NH_4NO_3.

16
a) Observa-se a turvação da solução.
b) $Ca(OH)_2(aq) + CO_2(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$
Nota: *se esta experiência prosseguir por muito tempo (e com uma vela suficientemente grande...), a turvação desaparecerá, devido à reação* $CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(aq) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$.

17 Pingando-se ácido clorídrico sobre uma amostra do pó, a não-efervescência decide pelo NaCl. A efervescência nos deixa em dúvida entre Na_2CO_3 e $CaCO_3$.

Testa-se então a solubilidade em água, se for fácil e imediata, trata-se de Na_2CO_3; não ocorrendo, de $CaCO_3$.

18

a) $CaCO_3(s) + 2\ HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

b) Em verdade amoníaco (solução aquosa de amônia) é a única opção, por ser o único "produto" a ter características básicas para neutralizar eventuais excessos de ácido.

19 d

H_2SO_4 apresenta o maior ponto de ebulição entre os ácidos: sua solução concentrada comercial só começa a se decompor a 340 °C. Costuma ser chamado de "o mais **fixo** dos ácidos". O segundo mais fixo é o H_3PO_4, que só começa a se decompor por desidratação a 213 °C.

20

a) $Mg(NO_3)_2(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s) + 2\ NaNO_3(aq)$

b) O procedimento II aponta para a formação de precipitado de $Al(OH)_3$. Não há maneira de garantir a presença ou não de cátion zinco, uma vez que nenhum procedimento apresentado precipita o cátion $Zn^{2+}(aq)$.

21 Existem duas possibilidades (a segunda é bem melhor):

a) Borrifar sobre o papel escrito com "tinta invisível" uma solução aquosa de iodeto de sódio, NaI, pois irá ocorrer a reação:

$$Pb(NO_3)_2(s) + 2\ NaI(aq) \rightarrow PbI_2(s) + 2\ NaNO_3(aq)$$

O composto $Pb(NO_3)_2(s)$, com o qual a mensagem está escrita, ao reagir com iodeto de sódio, forma $PbI_2(s)$, que é um sólido amarelo pouco solúvel em água.

b) Borrifar sobre o papel escrito com "tinta invisível" uma solução aquosa de sulfeto de sódio, Na_2S, pois irá ocorrer a reação:

$$Pb(NO_3)_2(s) + Na_2S(aq) \rightarrow PbS(s) + 2\ NaNO_3(aq)$$

O composto $Pb(NO_3)_2(s)$, com o qual a mensagem está escrita, ao reagir com sulfeto de sódio, forma PbS(s), que é um sólido preto pouco solúvel em água.

Nota: *também é possível passar delicadamente sobre o papel um algodão umedecido em solução de Na_2S, funciona bem.*

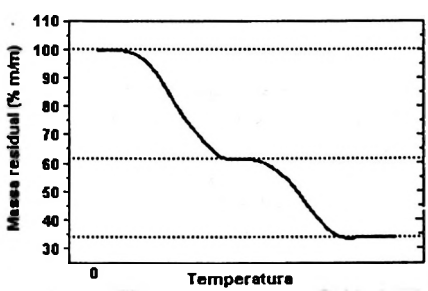
22 c

E lá vamos nós, item por item:

I.	correta	Se fosse fácil formar óxidos de nitrogênio a partir de N_2 e O_2 pouco restaria da nossa atmosfera...
II.	correta	Estes são os óxidos mais comuns de nitrogênio.
III.	correta	Conhecido como gás hilariante ou gás do riso pela capacidade que possui de provocar contrações musculares involuntárias na face da pessoa, dando a impressão de que ela está rindo.
IV.	errada	O anidrido do ácido nítrico é o N_2O_5, de difícil obtenção.
V.	correta	NO_2 é castanho.

23 b

O gráfico mostra claramente 2 patamares de massa em função da temperatura:



a)	$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$	1 patamar
b)	$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O(g) + CO_2(g)$ $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$	2 patamares
c)	$(NH_4)_2CO_3(s) \rightarrow 2\ NH_3(g) + H_2O(g) + CO_2(g)$	nenhum patamar
d)	Sulfatos alcalinos e alcalino-terrosos podem ser aquecidos ao rubro sem decomposição.	nenhum patamar
e)	$NH_4HCO_3(s) \rightarrow NH_3(g) + H_2O(g) + CO_2(g)$	nenhum patamar

Vamos conferir as proporções de massa para verificar a exatidão do gráfico:

$Ca(HCO_3)_2$	$CaCO_3$	CaO
162 g	100 g	56 g
100 g	61,73 g	34,57 g

O gráfico está muito bem feito!

24 e

As etapas são as seguintes:

fermentação $C_{12}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(l) \rightarrow 4\ C_2H_5OH(aq) + 4\ CO_2(g)$

turvação $Ba(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow BaCO_3(s) + H_2O(l)$

dissolução $BaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow Ba(HCO_3)_2(aq)$

O único comentário a fazer sobre as afirmações é ressaltar o quanto o autor da questão deve ter se divertido.

25

a) O biodiesel é a fase menos densa, constituída pelos ésteres transesterificados. Mas a fase mais densa também tem interesse comercial, pela presença da glicerina, e ajuda a baratear o processo.

b) Sim. Parte importante da chuva ácida é produzida pelo $SO_2(g)$ gerado na queima do petróleo.

c) Pelas informações, o Brasil importa 3,6 bilhões de litros de diesel já refinado. E poderia produzir 1,8 bilhões de litros de biodiesel. Isto diminuiria a importação de diesel já refinado em 50%.

26 $N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightarrow 2\ NH_3(g)$

27

a) $CuO(s) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + H_2O(g)$

b) $H_2O(g)$

28 Recipiente 1 $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2$

Recipiente 2 $Ca(s) + 2\ H_2O \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$

Recipiente 3 $CaH_2(s) + 2\ H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2 + 2\ H_2(g)$

29 d

A reação pode ser representada por $x\ Na_2CO_3 + y\ SiO_2 \rightarrow (Na_2O)_x(SiO_2)_y + x\ CO_2$. Esta reação ocorre na formação do vidro. A mais simples delas é $Na_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow Na_2O.SiO_2 + CO_2$. Assim:

I. **correta** Ver acima.
II. **correta** Na_2O óxido básico × SiO_2 anidrido
III. errada Ver acima.
IV. **correta** Ver acima.

30 e

A formação de bolhas aponta para um carbonato, e a coloração azul para a presença de $Cu^{2+}(aq)$. $Fe^{3+}(aq)$ apresenta coloração dependente dos produtos da hidrólise. Assim:

$Cu_2(OH)_2CO_3$ é insolúvel e reage com ácido acético (aqui representado por HAc) da seguinte forma:

$Cu_2(OH)_2CO_3(s) + 4\ HAc \rightarrow 2\ Cu(Ac)_2 + 3\ H_2O(l) + CO_2(g)$

31 A reação química pode ser representada pela seguinte equação:

$NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \xrightarrow{\Delta} NH_3(g) + H_2O(l)$

Ao ser aquecida, a mistura resultante libera NH_3. Em contato com o indicador tornassol vermelho umedecido em água torna-o azul, pois o NH_3 tem caráter básico.

32

a) Nitrogênio - $N_2(g)$ e oxigênio - $O_2(g)$.

b) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO(g)$ e $2\ N_2(g) + 2\ O_2(g) \rightarrow 2\ NO_2(g)$. Em ambos os casos $N_2(g)$ é o redutor e, como esperado, $O_2(g)$ é o oxidante.

33 d

$Al_4C_3(s) + 12\ H_2O(l) \rightarrow 4\ Al(OH)_3(s) + 3\ CH_4(g)$

Por esta reação o carbeto de alumínio é classificado como um metaneto.

34

a) $106\ CO_2 + 16\ NO_3^- + HPO_4^{2-} + 122\ H_2O + 18\ H^+ = C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P + 138\ O_2$

b) Absorve energia, pois para a formação de fitoplâncton é necessária a presença de luz.

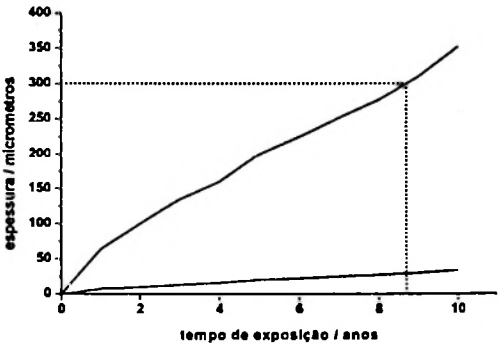
c) Absorção de CO_2, com diminuição e prevenção do efeito estufa; e a produção de $O_2(g)$.

35

a) O meteorito A caiu na região de São Félix do Xingu, pois a película de $Fe_2O_3.H_2O$ de 300×10^{-6} m indica maior umidade relativa do ar.

b) $4\ Fe(s) + 3\ O_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2\ Fe_2O_3.H_2O(s)$

c) Observe a figura abaixo:



Entre 8,5 e 9 anos atrás.

36 b

$CaC_2(s) + 2\ H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + C_2H_2(g)$

A solução aquosa é básica, tornando rósea a fenolftaleína. Por esta reação o carbeto de cálcio é classificado como um acetileto:

$C_2H_2(g) + 5/2\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2(g) + H_2O(g)$

37

a) Chumbo: Pb; enxofre: S.

b) $PbS(s) + 4\ H_2O_2(aq) \rightarrow PbSO_4(s) + H_2O(l)$

c) A equação acima é de redox. O S é oxidado de -2 até +6 (PbS é o agente redutor), e o O é reduzido de -1 a -2 (H_2O_2 é o agente oxidante).

Relações Numéricas

01

a) $n(S) = n(SO_2) \Rightarrow \frac{m(S)}{MM(S)} = \frac{m(SO_2)}{MM(SO_2)}$

$\frac{m(S)}{32\,g/mol} = \frac{250\,t}{64\,g/mol} \Rightarrow m(S) = 125\,t$

b) $d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d} = \frac{125 \times 10^3}{2} = 6{,}25 \times 10^4\,L$

02 d

A lei das proporções múltiplas de Dalton (1766 - 1844) diz que:

Se a massa m de uma substância química S pode combinar-se com as massas m'_1, m'_2, m'_3 etc. de uma substância S', dando origem a compostos distintos, as massas da substância S' estarão entre si numa relação de números inteiros e simples.

03 b

Sejam a e b as massas de KI e de NaI, respectivamente. Assim:

$$a + b = 15{,}4 \qquad 1$$

Em KI, n(KI) = n(I^-). Em NaI, também n(NaI) = n(I^-). A quantidade total de I^- assim se expressa:

$$\frac{a}{166} + \frac{b}{149{,}9} = 0{,}100 \qquad 2$$

Resolvendo o sistema formado pelas equações 1 e 2, obtemos b = 11,17 g e a = 4,23 g.

04 d

Considerando a massa de 1 litro de água como 1000 g, o número de mols é dado por $n = \frac{1000}{18}\,mol = 55{,}56\,mol$.

05 Em 1 mol de amônia, NH_3, existem $4 \times 6 \times 10^{23}$ átomos. Assim, podemos estabelecer a seguinte relação:

$$\frac{17}{4 \times 6{,}0 \times 10^{23}} = \frac{m}{9{,}6 \times 10^{26}} \Rightarrow m = 6800\,g$$

06 Para depositar 1,00 g de prata, são necessários 893 C. Logo, a deposição de 107,9 g de prata necessita:

107,9 × 893 C. Sabendo-se a carga do elétron, o número de Avogadro será dado por:

$$N_A = \frac{107{,}9 \times 893}{1{,}60 \times 10^{-19}} = 6{,}02 \times 10^{23}$$

07 Há N_A átomos de He num volume de 22,4 litros, e há $1{,}16 \times 10^6$ átomos de He em $4{,}32 \times 10^{-17}$ litros, em ambos os casos medidos nas CNTP. Assim, podemos escrever:

$$\frac{N_A}{22{,}4} = \frac{1{,}16 \times 10^6}{4{,}32 \times 10^{-17}} \Rightarrow N_A = 6{,}01 \times 10^{23}$$

08

a) Sc_2O_3

Sc $\quad \frac{24{,}8}{58{,}9} = 0{,}42 \quad \Rightarrow \quad \frac{1{,}45}{1{,}45} = 1 \quad \xrightarrow{\times 2} \quad 2$

O $\quad \frac{34{,}8}{16} = 2{,}18 \quad \Rightarrow \quad \frac{2{,}18}{1{,}45} = 1{,}50 \quad \xrightarrow{\times 2} \quad 3$

b) Li_2SO_4

Li $\quad \frac{12{,}9}{6{,}9} = 1{,}83 \quad \Rightarrow \quad \frac{1{,}83}{0{,}91} \cong 2$

S $\quad \frac{29{,}2}{32{,}1} = 0{,}91 \quad \Rightarrow \quad \frac{0{,}91}{0{,}91} = 1$

O $\quad \frac{58{,}2}{16} = 3{,}64 \quad \Rightarrow \quad \frac{3{,}64}{0{,}91} = 4$

c) $CoCl_2 \cdot 6\,H_2O$

$$Co \quad \frac{24,8}{58,9} = 0,42 \quad \Rightarrow \quad \frac{0,42}{0,42} = 1$$

$$Cl \quad \frac{29,8}{35,5} = 0,84 \quad \Rightarrow \quad \frac{0,84}{0,42} = 2$$

$$O \quad \frac{40,3}{16} = 2,52 \quad \Rightarrow \quad \frac{2,52}{0,42} = 6$$

$$H \quad \frac{5,1}{1} = 5,1 \quad \Rightarrow \quad \frac{5,1}{0,42} \cong 12$$

09

Composto	Massa de N em 1 L
1	$0,636 \times 1,797\,g = 1,143\,g$
2	$0,822 \times 0,696\,g = 0,572\,g$
3	$0,259 \times 4,415\,g = 1,143\,g$
4	$0,977 \times 1,758\,g = 1,718\,g$
5	$0,875 \times 1,308\,g = 1,145\,g$
6	$0,518 \times 1,104\,g = 0,572\,g$

Logo, a massa de 0,572 g corresponde a compostos que só têm um átomo de nitrogênio por molécula, assim como a massa de 0,654 g corresponde a compostos que só têm um átomo de oxigênio por molécula. Logo:

$$\frac{MA(N)}{MA(O)} = \frac{0,572}{0,654}$$

Considerando 16,00 como sendo a massa atômica do oxigênio, temos:

$$MA(N) = \frac{16,00 \times 0,572}{0,654} = 13,99$$

10

a) Para massas iguais, quanto maior a densidade, menor será o volume ocupado pela substância. Logo, o frasco B contém água, porque apresenta maior densidade que o álcool, e o frasco A contém álcool.

b) Para uma massa m, existem $\frac{m}{18}$ mols de água e $\frac{m}{46}$ mols de álcool. Chamando de N_A ao número de Avogadro, o numero de átomos em cada frasco será:

água: $N = 3 \times \frac{m}{18} \times N_A = 0,167 \times m \times N_A$

álcool: $N = 9 \times \frac{m}{46} \times N_A = 0,196 \times m \times N_A$

O frasco contendo álcool apresenta maior número de átomos.

11

a) 72 g de carbono correspondem a 6 mols, e 12×10^{23} átomos de oxigênio correspondem a 2 mols. Logo, a fórmula molecular é $C_6H_{12}O_2$.

b) A fórmula mínima é C_3H_6O.

12 A massa molar do $C_9H_8O_4$ é 180 g/mol. Destes 180 g, 108 g são de carbono. Logo, o percentual de carbono é:

$\frac{108}{180} \times 100\% = 60\%$. Logo, produto comprado **não** era puro.

13

a) Determinamos as fórmulas mínimas:

óxido 1	N	$\frac{63,36}{14} = 4,55$	$\frac{4,55}{2,27} = 2$		N_2O
	O	$\frac{36,37}{16} = 2,27$	$\frac{2,27}{2,27} = 1$		
óxido 2	N	$\frac{46,67}{14} = 3,33$	$\frac{3,33}{3,33} = 1$		NO
	O	$\frac{53,33}{16} = 3,33$	$\frac{3,33}{3,33} = 1$		
óxido 3	N	$\frac{36,84}{14} = 2,63$	$\frac{2,63}{2,63} = 1$	$\frac{1}{1,5} = \frac{2}{3}$	N_2O_3
	O	$\frac{63,16}{16} = 3,95$	$\frac{3,95}{2,63} = 1,50$		
óxido 4	N	$\frac{30,44}{14} = 2,17$	$\frac{2,17}{2,17} = 1$		NO_2
	O	$\frac{69,56}{16} = 4,35$	$\frac{4,35}{2,17} = 2$		
óxido 5	N	$\frac{25,93}{14} = 1,85$	$\frac{1,85}{1,85} = 1$	$\frac{1}{2,5} = \frac{2}{5}$	N_2O_5
	O	$\frac{74,07}{16} = 4,63$	$\frac{4,63}{1,85} = 2,50$		

b) As nomenclaturas são, respectivamente, óxido de nitrogênio I, óxido de nitrogênio II, óxido de nitrogênio III, óxido de nitrogênio IV e óxido de nitrogênio V.

14

a) F_2A_7 ou A_7F_2

b) Se há 60 grãos de feijão, há 210 grãos de arroz (para manter a proporcionalidade 2 : 7), ou seja, $\frac{210}{6\times10^{23}} = 3{,}5\times10^{-22}$ mols de arroz.

c) Com 60 feijões, temos 30 moléculas de "feijão com arroz", ou seja, $\frac{30}{6\times10^{23}} = 5\times10^{-23}$ mols de "feijão com arroz".

15

a) $m = \frac{210\times6\times10^{23}\times20\text{ mg}}{10^9\text{ mg/ton}} = 2{,}52\times10^{18}$ ton

b) $t = \frac{2{,}52\times10^{18}}{3\times10^8} = 8{,}40\times10^9$ anos $= 8\,400\,000\,000$ anos, ou seja, oito bilhões e quatrocentos milhões de anos.

16 d

Como de hábito, item por item:

I.	errada	1 mol de H_2O contém $2 \times 6{,}02 \times 10^{23}$ átomos de H
II.	errada	1 mol de H_2O contém $6{,}02 \times 10^{23}$ átomos de O
III.	correta	16 g de O = 1 mol de O
IV.	correta	1 mol de prótons por cada mol de H, 8 mols de prótons por cada mol de O, total 10 mols de prótons.
V.	correta	0,5 mol de O_2 = 1 mol de O

17 6×10^{23} átomos de ouro correspondem a 197 g, ou seja, a $\frac{197\text{ g}}{19\text{ g/cm}^3} = 10{,}37\text{ cm}^3$. Assim, desprezados os espaços intersticiais, o volume de cada átomo de ouro é $\frac{10{,}37}{6\times10^{23}} = 1{,}73\times10^{-23}\text{ cm}^3$. Considerando este átomo como perfeitamente esférico, o raio do átomo de ouro seria:

$$V = \frac{4}{3}\times\pi\times r^3 \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{3\times1{,}73\times10^{-23}}{4\times\pi}} = 1{,}60\times10^{-8}\text{ cm}$$

Tal valor concorda excelentemente com o fato bem conhecido que o raio de um átomo é da ordem de grandeza de 10^{-8} cm.

18

a) CO_2 Duas vezes mais que em igual volume de CO.
b) C_2H_4 Duas vezes mais que em igual volume de CO ou de CO_2.
c) C_2H_4 Duas vezes mais que em igual volume de H_2.

19 É razoável supor que a alteração fosse 1 átomo de cálcio por 1 átomo de bário. Assim, a massa de bário no corpo seria de:

$$\frac{m(Ba)}{m(Ca)} = \frac{MM(Ba)}{MM(Ca)} \Rightarrow \frac{m(Ba)}{1,6} = \frac{137}{40} \Rightarrow m(Ba) = 5,48\,kg$$

Logo, a massa desta pessoa seria (70 - 1,6 + 5,48) = 73,88 kg.

20 A massa molar do ácido acetilsalicílico é 180 g/mol. Assim, 90 mg correspondem a $\frac{90 \times 10^{-3}}{180} = 5,00 \times 10^{-4}$ mol. Ou seja, o número de moléculas é $5,00 \times 10^{-4} \times 6 \times 10^{23} = 3,0 \times 10^{20}$ moléculas.

21

a) Como a massa atômica de um elemento é a média ponderada das massas atômicas de seus isótopos, devemos supor que o isótopo ^{24}Mg seja o mais abundante. Os dados de handbook (ver bibliografia) dão 78,8%, 10,1% e 11,1% como as abundâncias dos isótopos 24, 25 e 26 do magnésio.

b) Como a fórmula do cloreto de magnésio é $MgCl_2$, há 3 possibilidades para a massa molar:

$24 + 2 \times 35 = 94$ g/mol, $24 + 2 \times 37 = 98$ g/mol e $24 + 35 + 37 = 96$ g/mol.

22 c

Sejam a e b as massas de Al_2O_3 e de SiO_2 tais que $\frac{a}{b} = 2,6$. Logo, a relação do número de mols será:

$$\frac{\frac{a}{101,96}}{\frac{b}{60,09}} = \frac{a}{b} \times \frac{60,09}{101,96} = 2,6 \times \frac{60,09}{101,96} = 1,53$$

23

a) O volume do ácido adicionado é $1,6 \times 10^{-5}$ cm³, e ocupa uma superfície de 200 cm². Logo, a altura do cilindro é:

$$h = \frac{1,6 \times 10^{-5}}{200} = 8,00 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

Isto corresponde à aresta da "molécula-cubo", que assim apresenta o volume de:

$$V = \left(8,00 \times 10^{-8}\right)^3 = 5,12 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$$

b) Logo, o número de "moléculas-cubo" é:

$$\frac{1,6 \times 10^{-5}}{5,12 \times 10^{-22}} = 3,125 \times 10^{16}$$

A massa do ácido adicionado é $0,9 \times 1,6 \times 10^{-5}$ g = $1,44 \times 10^{-5}$ g
Logo, no estilo "regra de 3":

$1,44 \times 10^{-5}$ g	–	$3,125 \times 10^{16}$ moléculas
282 g	–	N

$N = 6,12 \times 10^{23}$ moléculas

24

a) O elemento químico que aparece no detergente e não no sabão é enxofre – S.

b) MM(X) = (288 – (144 + 25 + 64 + 23)) g/mol = 32 g/mol

25

a) 2 Fe^{3+} + 1 Fe^{2+} produzem uma carga total de +8, que deve ser contrabalançada por 4 íons O^{2-}. Assim, a fórmula da magnetita é Fe_3O_4. Ela pode ser considerada uma mistura equimolecular de Fe_2O_3 e FeO.

b) A massa molar do Fe_3O_4 é 232 g/mol, e 1 mol de Fe_3O_4 contém 3×56 g = 168 g. Logo:

$$\%Fe = \frac{168}{232} = 0,724 \ (72,41\%)$$

c) $Fe_3O_4(s) + 2\ C(s) \rightarrow 3\ Fe(s) + 2\ CO_2(g)$

Estudo dos Gases

01 e

Partindo da equação de Clapeyron, $p \times V = n \times R \times T$, podemos estabelecer que $d = \frac{m}{V} = \frac{p \times MM}{R \times T}$.

Se T aumenta sob p constante, a densidade diminui. Se T aumenta sob V constante, tanto m quanto V são constantes, logo d é constante.

02 d

Vamos nomear os dados na situação final. Chamamos de **p** a pressão em **A**. Assim, a pressão em **B** é **0,81 x p**. Chamamos de **nA** ao número de mols no balão **A**, e de **nB** ao número de mols no balão **B**. Podemos então escrever que **nA + nB = 1**. Aplicando Clapeyron a cada balão separadamente:

$$\begin{cases} p \times V = nA \times R \times 324 \\ 0{,}81 \times p \times V = nB \times R \times 400 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{0{,}81} = \frac{nA \times 324}{nB \times 400}$$

$$\frac{nA}{nB} = \frac{400}{0{,}81 \times 324} = \frac{100}{65{,}61} \Rightarrow nA = \frac{100}{65{,}61} \times nB$$

Assim, $\frac{100}{65{,}61} \times nB + nB = 1 \Rightarrow nB = \frac{65{,}61}{165{,}61} = 0{,}396\,mol$.

Logo, **nA** = 0,604 mol.

03 Aplicamos Clapeyron às duas situações.

1ª situação: $\frac{650}{760} \times V = n \times R \times T$

2ª situação (n = n1 + n2): $\begin{cases} \frac{600}{760} \times V = n1 \times R \times T \\ 1 \times 1{,}520 = n2 \times R \times T \end{cases}$

$$\frac{650 \times V}{760 \times R \times T} = \frac{600 \times V}{760 \times R \times T} + \frac{1{,}520}{R \times T}$$

$$\frac{50 \times V}{760} = 1{,}520 \Rightarrow V = 23{,}10\,cm^3$$

04

a) Como já deduzido no exercício 1, $d = \frac{m}{V} = \frac{p \times MM}{R \times T}$. Assim:

$$d = \frac{4 \times 48}{0{,}082 \times 253} = 9{,}25\,g/L.$$

b) $$d = \frac{p \times MM}{R \times T} \Rightarrow p = \frac{d \times R \times T}{MM} = \frac{9{,}25 \times 0{,}082 \times 310}{32} = 7{,}35\,atm.$$

a) $$\frac{d1}{d2} = \frac{MM1}{MM2} = \frac{48}{32} = 1{,}5.$$

05

a) Assim se calcula o número de mols de G:

$$\frac{m}{MM} = \frac{V}{V_m} \Rightarrow \frac{12{,}4}{MM} = \frac{2{,}24}{22{,}4} \Rightarrow MM = 124\,g/mol$$

b) Se a massa molar de G é 124 g/mol, a massa molecular de G é 124 u. Como G é X4, a massa atômica de X é 31 u.

c) Supondo o átomo ^{31}X com 16 nêutrons, chega-se à conclusão que Z(X) = 15.

d) Fósforo.

06 A 17 °C, estão no estado gasoso o hélio e o composto **X**. Assim, **nt** se refere a soma do número de mols de hélio e **X**.

$$nt = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{870 \times 2}{760 \times 0{,}082 \times 290} = 9{,}63 \times 10^{-2}\,mol$$

A -100 °C, **X** está no estado sólido, e desprezamos o volume por ele ocupado. Assim, **n** se refere apenas ao hélio.

$$n = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{86{,}5 \times 2}{760 \times 0{,}082 \times 173} = 1{,}60 \times 10^{-2}\,mol$$

a) $$X(He) = \frac{n}{nt} = \frac{1{,}60 \times 10^{-2}}{9{,}63 \times 10^{-2}} = 0{,}167.$$

b) m(He) + m(X) = 4 g

$1{,}60 \times 10^{-2} \times 4 + 8{,}03 \times 10^{-2} \times MM = 4$

$$MM = \frac{4 - 6{,}42 \times 10^{-2}}{8{,}03 \times 10^{-2}} = 49{,}01 \cong 49\,g/mol.$$

Logo, a massa molecular de X é 49 u.

07 e

Aplicando Clapeyron na situação inicial, o frasco é aberto, logo a pressão é a pressão ambiente. Chamamos de n ao número de mols, e a temperatura é 127 °C, logo 400 K. Assim:

$$p \times V = n \times R \times 400 \quad 1$$

Aplicando Clapeyron na situação final, a pressão ainda é a pressão ambiente. Como houve a expulsão de 1/3 do número de moléculas, restam $\frac{2 \times n}{3}$ mols. Logo:

$$p \times V = \frac{2 \times n}{3} \times R \times T \quad 2$$

Resolvendo, T = 600 K = 327 °C.

08 Aplicando Clapeyron na situação inicial, o frasco é aberto, logo a pressão é a pressão ambiente. Chamamos de n ao número de mols, e a temperatura é 27 °C, logo 300 K. Assim:

$$p \times V = n \times R \times 300 \quad 1$$

Aplicando Clapeyron na situação final, a pressão ainda é a pressão ambiente. Como houve a expulsão de 1/4 da massa do gás, restam $\frac{3 \times n}{4}$ mols. Logo:

$$p \times V = \frac{3 \times n}{4} \times R \times T \quad 2$$

Resolvendo, T = 400 K = 127 °C.

09 e

Raciocinando com a Lei de Graham, vemos que inicialmente o isótopo mais leve escapa do balão A mais rapidamente, diminuindo assim a fração molar, que atingirá a um mínimo. A situação se inverte, e agora B é o balão mais rico no isótopo mais leve, que escapará de B para A mais rapidamente, levando finalmente a que a situação final seja exatamente igual à inicial.

10 a

Na opção correta, inicialmente temos uma hipérbole eqüilátera. Depois uma queda brusca de volume, correspondendo à liquefação do etanol. Após isto, o volume pouco se altera, uma vez que temos um líquido.

11

a) $p(N_2 + O_2 + CO_2) = p(\text{total}) - p(H_2O) = (771 - 21)\ \text{Torr} = 750\ \text{Torr}$.
$p(N_2) = x$; $p(O_2) = x$; $p(CO_2) = x/2$.
$x + x + x/2 = 750\text{Torr} \Rightarrow x = 300\ \text{Torr}$.
$p(N_2) = p(O_2) = 300\ \text{Torr}$; $p(CO_2) = 150\ \text{Torr}$.

b) $X(N_2) = X(O_2) = \frac{300}{771} = 0{,}389$.

$X(CO_2) = \frac{150}{771} = 0{,}195$.

$X(H_2O) = \frac{21}{771} = 0{,}0272$.

12 Ar exalado seco: $n = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{(750 - 17{,}5) \times 52{,}5}{760 \times 0{,}082 \times 293} = 2{,}11\,\text{mol}$.

$n(O_2$ consumido em 6 minutos): $(0{,}2032 - 0{,}1675) \times 2{,}11\ \text{mol} = 7{,}52 \times 10^{-2}\ \text{mol}$.

$n(O_2)/\text{min} = \frac{7{,}52 \times 10^{-2}}{6} = 1{,}25 \times 10^{-2}$.

Nas CNTP: $1{,}25 \times 10^{-2} \times 22400\,\text{mL} = 280{,}70\,\text{mL}$.

13 A massa do líquido, e conseqüentemente do vapor nas condições iniciais da experiência, é de 0,721 g. Por outro lado, $p \times V = \frac{m}{MM} \times R \times T$. Aplicando os dados do problema:

$$MM = \frac{m \times R \times T}{p \times V} = \frac{0{,}721 \times 0{,}082 \times 371{,}6}{\frac{746}{760} \times 0{,}226} = 99{,}04 \cong 99\,\text{g/mol}$$

$0{,}243 \times 99 = 24{,}06 \Rightarrow 2\ C$
$0{,}716 \times 99 = 70{,}88 \Rightarrow 2\ Cl$
$0{,}041 \times 99 = 4{,}06 \Rightarrow 4\ H$
o que conduz à fórmula $C_2H_4Cl_2$, plenamente viável.

14

a) Fórmula empírica:

$$C\ \ \frac{82,7}{12} = 6,89 \quad \rightarrow \quad \frac{6,89}{6,89} = 1 \quad \xrightarrow{\times 2} \quad 2$$

$$H\ \ \frac{17,3}{1} = 17,3 \quad \rightarrow \quad \frac{17,3}{6,89} = 2,51 \cong 2,5 \quad \xrightarrow{\times 2} \quad 5$$

Assim, a proporção C : H = 2 : 5. Ou seja, a fórmula empírica é C_2H_5. A rigor, o problema já acabou, uma vez que só existe uma fórmula molecular viável, que é C_4H_{10} (como vão seus conhecimentos de Química Orgânica?). Este fato é confirmado pelo item **b**.

b) Massa de gás na ampola: 195,10 g - 194,52 g = 0,58 g

Massa de água na ampola: 444,50 g - 194,52 g = 249,98 g

Logo, o volume da ampola é 249,98 mL (considerando a densidade da água como 1 g/mL).

Temperatura absoluta: 22 + 273 = 295 K

Usando Clapeyron:

$$p \times V = n \times R \times T \Rightarrow p \times V = \frac{m}{MM} \times R \times T \Rightarrow MM = \frac{m \times R \times T}{p \times V}$$

$$MM = \frac{0,58 \times 0,082 \times 295}{\frac{739}{760} \times 0,24998} = 57,72 g/mol$$

Este resultado concorda com fórmula molecular C_4H_{10}.

15 Volumes iguais de gases ideais nas mesmas condições de temperatura e pressão implica em mesmo número de mols. Assim, a equação que garante este fato é:

$n(H_2) + n(Ar) = n(ar)$

$$\frac{10,00}{2} + \frac{m}{39,94} = \frac{m + 10,00}{29,00}$$

Resolvendo esta equação, obtém-se m = 492,86 g. Logo, devem ser adicionados 492,86 g de argônio.

16

a) $\frac{m(\text{átomo } {}^2H)}{m(\text{átomo } {}^1H)} = \frac{2}{1}$

b) $d({}^2H_2) = 2 \times 0{,}090 \text{ g/L} = 0{,}180 \text{ g/L}$

17 d

Analisando opção por opção:

a) verdadeira $0{,}209 \times 1 \text{ L} = 0{,}209 \text{ L}$

b) verdadeira Relações volumétricas também são relações molares.

c) verdadeira 0,209 mol de O_2 = 0,209 × 32 g = 6,69 g

d) **falsa** Relações volumétricas **não** são relações de massa.

e) verdadeira Relações volumétricas, sendo relações molares, não se alteram com variações de temperatura e/ou pressão.

18

a) $\frac{V_{início}}{T_{início}} = \frac{V_{fim}}{T_{fim}} \Rightarrow \frac{\frac{3V}{4}}{300} = \frac{V}{T_{fim}} \Rightarrow T_{fim} = 400 \text{ K}$

$\Delta T = 100 \text{ K}$

b) $\frac{d_{início}}{d_{fim}} = \frac{\frac{m}{\frac{3V}{4}}}{\frac{m}{V}} = \frac{4}{3}$

19

a) $m = d \times V = 0{,}81 \times 1 = 0{,}81 \text{ kg} = 810 \text{ g}$

b) $p(N_2) \times V = \frac{m}{MM} \times R \times T \Rightarrow p(N_2) = \frac{810 \times 0{,}082 \times 300}{28 \times 30} = 23{,}72 \text{ atm}$

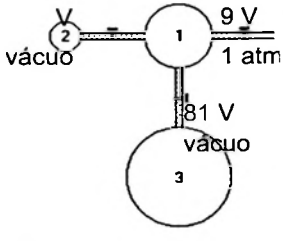
Logo, a pressão final dentro do recipiente será de 24,72 atm.

20

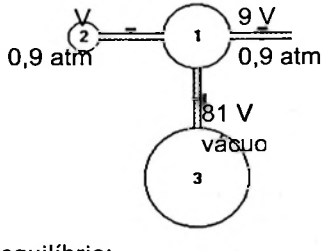
a) $p \times V = n \times R \times T \Rightarrow V = \frac{100 \times 62 \times 350}{100} = 21700\ L = 21{,}7\ m^3$

b) $d = \frac{m}{V} = \frac{100 \times 4}{21700} = 1{,}84 \times 10^{-2}\ g/L$

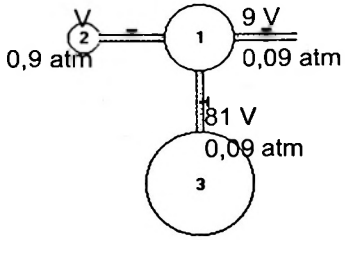
21 Situação inicial:



Após o primeiro equilíbrio:



Após o segundo equilíbrio:



a) O número de moléculas é proporcional ao produto p × V. Logo, no frasco 1, 0,81 × V; no frasco 2, 0,9 × V e no frasco 3, 7,29 × V. Assim, o menor número de moléculas estará no frasco 1.

b) $\frac{p_2}{p_3} = \frac{0,9}{0,09} = 10$

22

a) Para obtenção de 280 g de polietileno, qualquer que seja j, são necessários 280 g de eteno, supondo rendimento de 100%. Logo:

$$p \times V = n \times R \times T \Rightarrow V = \frac{m \times R \times T}{p \times MM} = \frac{280 \times 0,082 \times 298}{1 \times 28} = 244,36\ L$$

b) Como explicado acima, o volume seria igual.

23 Calculamos diretamente:

$$p \times V = n \times R \times T \Rightarrow V = \frac{m \times R \times T}{p \times MM} = \frac{3 \times 0,082 \times 300}{0,9 \times 2} = 41,00\ L$$

24 O experimento aqui proposto permite a obtenção desta constante através de um procedimento muito simples. Usam-se materiais fáceis de serem obtidos: azeite (ácido oléico); carvão em pó; etanol; água; uma bandeja ou uma assadeira retangular grande; um conta-gotas; uma régua. Prepara-se uma solução, de concentração adequada, do azeite em etanol. Coloca-se água na bandeja e, no centro aplica-se uma pequena quantidade do carvão em pó. Pinga-se uma gota da solução alcoólica do azeite sobre o carvão, de uma altura de, aproximadamente 20 cm. Observa-se a formação de um filme de azeite, sobre a superfície da água, delimitado pelo carvão. Considerando-se este filme como sendo monomolecular e constituído de ácido oléico (80% do azeite), calcula-se o número de moléculas do ácido graxo na gota da solução e, daí na massa molar. Os resultados obtidos são bons, ficando na ordem de 10^{23}, o que é fantástico levando-se em conta a simplicidade operacional e as aproximações feitas.

25 a

Observe que N_2 e CO têm praticamente a mesma massa molar, 28 g/mol. Por outro lado, a massa específica de um gás pode ser deduzida por:

$\mu = \frac{m}{V}$ e $p \times V = n \times R \times T \Rightarrow p \times V = \frac{m}{MM} \times R \times T$. Logo:

$$\mu = \frac{p \times MM}{R \times T}$$

Analisamos então item a item:

I. **correta** Com pressão e temperatura iguais, as massas molares decidem - e elas são praticamente iguais.

II. errada Como explicado no item anterior, a massa específica do CO_2 será $\frac{44}{28} = 1{,}57$ vezes maior.

III. **correta** Com pressão igual e massas molares praticamente iguais, pressão dobrada leva a massa específica dobrada.

IV. **correta** $$\frac{\mu_3}{\mu_2} = \frac{\frac{p_3 \times MM_3}{R \times T_3}}{\frac{p_2 \times MM_2}{R \times T_2}} = \frac{2p \times 44}{p \times 28} = 3{,}14$$

V. errada $$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{\frac{p_1 \times MM_1}{R \times T_1}}{\frac{p_2 \times MM_2}{R \times T_2}} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{2} = 0{,}5$$

26 c

Temos um aquecimento isobárico. Analisamos item a item:

I. errada $\mu = \frac{p \times MM}{R \times T}$, se a temperatura aumenta, a massa específica diminui.

II. **correta** A energia cinética média das moléculas é proporcional à temperatura.

III. **correta** A massa é constante, a não ser que haja injeção ou vazamento.

IV. errada O produto p × V é diretamente proporcional à temperatura.

27 b

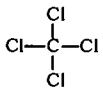
Se temos uma isoterma, P × V = k. O único gráfico que não traduz este fato é o apresentado na opção **b**, que traduz $P = k \times V^2$.

28 Como não foi dita a pressão em que ocorreu o experimento, consideramos que foi de 1 atm. Assim:

a) $n = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{1 \times 0{,}38}{0{,}082 \times 380} = 1{,}22 \times 10^{-2}$ mol

b) $n = \frac{m}{MM} \Rightarrow MM = \frac{m}{n} = \frac{1{,}85}{1{,}22 \times 10^{-2}} = 151{,}70$ g/mol

c) A fórmula do composto é CX_4, logo 151,70 = 12 + 4 × MA(X). Assim, a massa atômica de X é 34,93 g/mol. Isto conduz ao cloro. Assim:



tetracloreto de carbono
ou tetraclorometano

29

a) $p \times V = n \times R \times T \Rightarrow p = \frac{m}{V} \times \frac{R \times T}{MM}$

$p = \mu \times \frac{R \times T}{MM} = \frac{0{,}78 \times 82 \times 573}{18} \cong 2036$ atm

b) A água dos gêiseres contêm substâncias dissolvidas. Alcançando a superfície, há a evaporação da água, e as substâncias nela dissolvidas se depositam.

30

a) CH_4 metano

b) p1 × V1 = p2 × V2 ⇒ 220 × 100 = 1 × V2 ⇒ V2 = 22000 L

c) $CH_4(g) + 2\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(g)$

31 Criamos uma base de cálculo de 8 g de NO e 9992 g de N_2. Logo, há $\frac{8}{30} = 0{,}267$ mol de NO e $\frac{9992}{28} = 356{,}86$ mol de N_2, totalizando 357,12 mol de gás. Isto conduz ao volume de:

$$V = \frac{n \times R \times T}{p} = \frac{357{,}12 \times 0{,}082 \times 298}{1} = 8726{,}68\ L$$

Para 2400 L:

$$\frac{2400}{8726{,}68} \times 8\ g = 2{,}20\ g$$

32 Como gás perfeito:

$$p = \frac{n \times R \times T}{V} = \frac{1 \times 0{,}082 \times 273}{0{,}0623} = 359{,}33\ atm$$

Ou então:

$$p_0 \times V_0 = p_1 \times V_1 \Rightarrow p_1 = \frac{1 \times 22{,}4}{0{,}0623} = 359{,}55\ atm$$

A pequena discrepância nos resultados deve-se à imprecisão nos valores de R e do volume molar nas CNTP.

Equação de van der Waals:

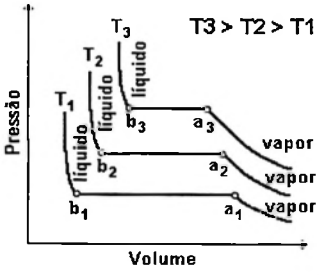
$$\left(p + a \times \frac{n^2}{V^2}\right) \times (V - n \times b) = n \times R \times T$$

$$\left(p + \frac{1{,}390}{0{,}0623^2}\right) \times (0{,}0623 - 0{,}0391) = 1 \times 0{,}082 \times 273$$

Resolvendo esta equação, obtemos p = 606,78 atm.

Esta pressão é $\frac{606,78 - 359,33}{359,33} \times 100\% = 68,86\%$ maior que a calculada pela equação dos gases perfeitos.

33 Observe o esquema:



Isoterma	Início	Fim
T1	a_1	b_1
T2	a_2	b_2
T3	a_3	b_3

ESTEQUIOMETRIA

01 b

$Ag_2CO_3(s) \rightarrow 2\ Ag(s) + CO_2(g) + \frac{1}{2}\ O_2(g)$

$$n(Ag_2CO_3) = \frac{n(Ag)}{2} \Rightarrow \frac{m(Ag_2CO_3)}{MM(Ag_2CO_3)} = \frac{m(Ag)}{2 \times MM(Ag)}$$

$$\frac{1000}{275,8} = \frac{m(Ag)}{2 \times 107,9} \Rightarrow m(Ag) = \frac{1000\,g}{275,8\,g/mol} \times 215,8\,g/mol$$

02 c

O cobre não reage com HCl, apenas o Zn reage:

$Zn(s) + 2\ HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

$n(Zn) = n(H_2)$, e $n(H_2)$ pode ser calculado por Clapeyron:

$$n(H_2) = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{0,90 \times 0,269}{0,082 \times 300} = 9,84 \times 10^{-3}\ mol$$

$$m(Zn) = n(Zn) \times MM(Zn) \Rightarrow m(Zn) = (9,84 \times 10^{-3} \times 65,4)g = 0,644\,g$$

Assim, a fração de Zn é $\frac{0,644}{1,31} = 0,491$ (49,13%).

03 d

No $MgSO_4$, $n(MgSO_4) = n(Mg)$. Mas

$$n(MgSO_4) = \frac{m(MgSO_4)}{MM(MgSO_4)} = \frac{0,650 \times 10^{-3}}{120,3}.$$

Como na clorofila A só existe um átomo de Mg por molécula, $n(\text{clorofila A}) = n(Mg)$. Chamando a massa molar da clorofila A de MM, temos $n(\text{clorofila A}) = \frac{m(\text{clorofila A})}{MM} = \frac{4,82 \times 10^{-3}}{MM}$.

$$\frac{0,650 \times 10^{-3}}{120,3} = \frac{4,82 \times 10^{-3}}{MM} \Rightarrow \frac{65}{12030} = \frac{482}{100 \times MM}$$

Calculando, temos MM = 892,07 g/mol.

Há uma forte imprecisão no enunciado: *evaporar o excesso de ácido sulfúrico???*

04 e

As equações de combustão balanceadas podem ser assim escritas:

para a gasolina

$$C_8H_{18}(v) + 25/2\ O_2(g) \rightarrow 8\ CO_2(g) + 9\ H_2O(g)$$

$$V \qquad \frac{25V}{2}$$

para o álcool

$$C_2H_6O(v) + 3\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(g)$$

$$V \qquad 3V$$

Logo, a razão pedida é $\frac{\frac{25V}{2}}{3V} = \frac{25}{6}$.

05 c

Chamamos de **a** e de **b** os volumes de $H_2(g)$ e de $CH_4(g)$ na mistura inicial. Logo:

Combustão do $H_2(g)$

$$H_2(g) + \tfrac{1}{2}\ O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$$

$$a \qquad\qquad a$$

Combustão do $CH_4(g)$

$$CH_4(g) + 2\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(g)$$

$$b \qquad\qquad b \qquad\quad 2\ b$$

Assim, a + 3 b = 28. Mas, como b = 4, então a = 16. Ou seja, dos 20 mL da mistura inicial, 4 mL eram de CH_4 e 16 mL, de H_2.

$$\%v(CH_4) = \frac{4}{20} \times 100\% = 20\%$$

06 Massa real de PbS: $0,525 \times 3,500 \times 10^6$ g

$$n(PbS) = n(Pb) \Rightarrow \frac{m(PbS)}{MM(PbS)} = \frac{m(Pb)}{MM(Pb)}$$

$$\frac{0,525 \times 3,500 \times 10^6}{239} = \frac{m(Pb)}{207} \Rightarrow m(Pb) = \frac{207 \times 0,525 \times 3,500 \times 10^6}{239}$$

$$m(Pb) = 1,591 \times 10^6 \text{ g} = 1,591 \text{t}$$

07

a) Para o SnF_2, $n(SnF_2) = \frac{n(Sn)}{2}$. Logo:

$$\frac{m(SnF_2)}{MM(SnF_2)} = \frac{m(F)}{2 \times MM(F)} \Rightarrow \frac{m(SnF_2)}{156,7} = \frac{1,20 \times 10^{-3}}{2 \times 19}$$

$$m(SnF_2) = \frac{156,7 \times 1,20 \times 10^{-3}}{2 \times 19} = 4,95 \times 10^{-3} \text{ g}$$

b) $\%(SnF_2) = \frac{4,95 \times 10^{-3}}{1,340} \times 100\% = 0,369\%$

08

a) $CaC_2 + 2\ H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$

b) Da pressão de 748 Torr, 13 Torr correspondem à pressão parcial do vapor de água. Logo, a pressão parcial do acetileno é (748 - 13) Torr = 735 Torr. Convertendo às CNTP:

$$\frac{p_0 \times V_0}{T_0} = \frac{p_1 \times V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{760 \times V_0}{273} = \frac{735 \times 195,0}{288} \Rightarrow V_0 = 178,76 \text{ mL}$$

c) Da reação, $n(CaC_2) = n(C_2H_2)$. Logo, $\frac{m(CaC_2)}{MM(CaC_2)} = \frac{V}{V_m}$.

$$\frac{m(CaC_2)}{64} = \frac{178,76}{22400} \Rightarrow m(CaC_2) = 0,511 \text{g}$$

Assim, a pureza da amostra é $\frac{0,511}{0,712} \times 100\% = 71,73\%$

09

a) $Me_2S_3(s) + 3\ H_2(g) \rightarrow 2\ Me(s) + 3\ H_2S(g)$

b) A massa da amostra de Me_2S_3 será a massa de metal obtida (0,450 g) mais a massa de enxofre presente no H_2S. No H_2S, $n(H_2S) = n(S)$. Logo:

$$\frac{m(H_2S)}{MM(H_2S)} = \frac{m(S)}{MM(S)} \Rightarrow \frac{0,850}{34} = \frac{m(S)}{32} \Rightarrow m(S) = \frac{32 \times 0,850}{34} = 0,800\,g$$

Logo, a massa da amostra é 0,450 g + 0,800 g = 1,250 g.

c) Podemos escrever que $\frac{n(Me)}{2} = \frac{n(H_2S)}{3}$. Logo:

$$\frac{m(Me)}{2 \times MM(Me)} = \frac{m(H_2S)}{3 \times MM(H_2S)} \Rightarrow \frac{0,450}{2 \times MM(Me)} = \frac{0,850}{3 \times 34}$$ Resolvendo, tem-se:

$$MM(Me) = \frac{0,450 \times 3 \times 34}{2 \times 0,850} = 27,00\,g/mol$$

Assim, a massa atômica é 27 u, o que concorda com o alumínio (trivalente).

10

a) $n\,CO + (2n+1)\,H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2} + n\,H_2O$

b) 5,600 g de CO = 0,20 mol de CO

0,800 g de H_2 = 0,40 mol de H_2

Logo, o número total de mols é 0,60 mol, tendo-se então as seguintes frações molares:

$X(CO) = 1/3$; $X(H_2) = 2/3$

Considerando P a pressão tòtal, teremos:

$p(CO) = P/3$; $p(H_2) = 2\,P/3$. Aplicação numérica:

$$p(CO) = \frac{0,800}{3} = 0,267 \text{ atm}; \quad p(H_2) = \frac{2 \times 0,800}{3} = 0,533 \text{ atm}$$

c) $V = n \times V_m \Rightarrow V = 0,6 \times 22,4\ L = 13,44\ L$

d) A Lei de Graham é $\frac{v(A)}{v(B)} = \sqrt{\frac{MM(B)}{MM(A)}}$, ou seja:

$$\frac{v(H_2)}{v(CO)} = \sqrt{\frac{MM(CO)}{MM(H_2)}} = \sqrt{\frac{28}{2}} = \sqrt{14} = 3,74.$$

Logo, o H_2 efunde 3,74 vezes mais rápido que o CO (em verdade, o gás hidrogênio é o que apresenta a maior velocidade de efusão dentre todos os gases).

11 Vamos estabelecer nossas incógnitas:

Substância	Massa
NaCl	a
KCl	b

A equação que relaciona as massas dos cloretos é de sódio e de potássio é:

$$a + b = 1{,}3723 \quad 1$$

Vamos chamar de m1 e de m2 as massas de AgCl formadas respectivamente a partir do NaCl e do KCl, e determiná-las em função das incógnitas:

$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$

$$n(NaCl) = n(AgCl) \Rightarrow \frac{m(NaCl)}{MM(NaCl)} = \frac{m(AgCl)}{MM(AgCl)}$$

$$\frac{a}{58{,}5} = \frac{m1}{143{,}5} \Rightarrow m1 = \frac{143{,}5 \times a}{58{,}5}$$

$KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + KNO_3$

$$n(KCl) = n(AgCl) \Rightarrow \frac{m(KCl)}{MM(KCl)} = \frac{m(AgCl)}{MM(AgCl)}$$

$$\frac{b}{74{,}5} = \frac{m2}{143{,}5} \Rightarrow m2 = \frac{143{,}5 \times b}{74{,}5}$$

Logo, a equação que relaciona as massas do cloreto de prata é:

$$\frac{143{,}5 \times a}{58{,}5} + \frac{143{,}5 \times b}{74{,}5} = 3{,}1763 \quad 2$$

Resolvendo o sistema formado pelas equações 1 e 2, encontramos a = 1,0118 e b = 0,6944. Resumindo:

Substância	Massa	%
NaCl	1,0118 g	73,73%
KCl	0,3605 g	26,27%

12 A pressão é proporcional ao número de mols. A reação será considerada completa, uma vez que não há dados sobre equilíbrio.

	C_2H_4	+	H_2	→	C_2H_6	pressão total
início	a		a + exc		0	52,0 torr
final	0		exc		a	34,0 torr

Assim, chegamos ao sistema:

início	2 a + exc = 52,0
final	a + exc = 34,0

Resolvendo, a = 18,0 torr. A porcentagem molar do eteno é de $\frac{18,0}{52,0} \times 100\% = 34,62\%$.

13 Combinando-se as etapas 1 e 2, tem-se que $n(C_2H_5Cl) = n(C_2H_6)$. Assim, a massa teoricamente obtida de C_2H_6 seria:

$$\frac{m(C_2H_5Cl)}{MM(C_2H_5Cl)} = \frac{m(C_2H_6)}{MM(C_2H_6)} \Rightarrow \frac{27,2}{64,5} = \frac{m(C_2H_6)}{30}$$

Combinando-se os rendimentos, a massa real de C_2H_6 obtida será:

$$\frac{30 \times 27,2}{64,5} \times 0,795 \times 0,788 = 7,93\,g$$

14 A massa de Fe_3O_4 é 0,432 × 2000 g = 864 g. Da reação, segue que $n(Fe_3O_4) = \frac{n(Fe)}{3}$. Logo, a massa teoricamente recuperável de ferro é:

$$\frac{m(Fe_3O_4)}{MM(Fe_3O_4)} = \frac{m(Fe)}{3 \times MM(Fe)} \Rightarrow \frac{864}{232} = \frac{m(Fe)}{3 \times 56}$$

Como o rendimento do processo é 86,3%, a massa de ferro recuperável é:

$$0{,}863 \times \frac{3 \times 56 \times 864}{232} = 539{,}94\,g \cong 540\,g$$

15 A equação balanceada da combustão completa é:
$C_5H_{12} + 8\ O_2 \rightarrow 5\ CO_2 + 6\ H_2O$

Assim, podemos escrever $n(C_5H_{12}) = \frac{n(O_2)}{8} = \frac{n(CO_2)}{5} = \frac{n(H_2O)}{6}$.

a) O número de mols de CO_2 pode ser determinado através de:

$$\frac{m(C_5H_{12})}{MM(C_5H_{12})} = \frac{n(CO_2)}{5} \Rightarrow n(CO_2) = \frac{0{,}361 \times 5}{72}\,mol = 2{,}51 \times 10^{-2}\,mol\ .$$

A pressão parcial de CO_2 pode ser calculada:

$$p(CO_2) = \frac{n \times R \times T}{V} = \frac{2{,}51 \times 10^{-2} \times 0{,}082 \times 573}{4{,}00} = 0{,}294\,atm\ .$$

A pressão parcial de H_2O está relacionada à pressão parcial de CO_2:

$$p(H_2O) = \frac{6}{5} \times 0{,}294\,atm = 0{,}353\,atm\ .$$

b) Na mistura final, a pressão parcial de O_2 pode ser determinada por $p(O_2) = p_{total} - (p(CO_2) + p(H_2O))$. Assim, $p(O_2) = (2{,}00 - 0{,}648)$ atm = 1,352 atm. Esta pressão corresponde, nestas condições, a:

$$n = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{1{,}352 \times 4{,}00}{0{,}082 \times 573} = 0{,}115\,mol\ .$$

O número de mols de O_2 que reagiram é $\frac{0{,}361}{72} = \frac{n(CO_2)}{8}$.

Logo $n(CO_2) = 4{,}01 \times 10^{-2}\,mol$.

Assim, o total de mols de O_2 é 0,155 mol, ou seja, 0,155 × 32 g = 4,97 g.

16
a) $2\ H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ H_2O(l)$
b) Veja o quadro abaixo:

	$2\ H_2$	+	O_2	→	$2\ H_2O$
início	1 mol		1 mol		0
estequiometria	2 x		x		2 x
reage / forma	1 mol		0,5 mol		1 mol
final	0		0,5 mol		1 mol

Ou seja, após a reação, existirão no recipiente 0,5 mol de O_2 e 1 mol de H_2O.

17 Se balancearmos as equações recebidas "em cascata"...

$$3\ CH_4(g) + 2\ H_2O(g) + CO_2(g) \rightarrow 4\ CH_3OH(g)$$
$$4\ CH_3OH(g) + 6\ O_2 \rightarrow 4\ CO_2(g) + 8\ H_2O(g)$$

... veremos que, para a retirada de 1 mol de $CO_2(g)$ à atmosfera na produção industrial de metanol, haverá a introdução de 4 mols de $CO_2(g)$ na combustão deste metanol. Assim, a afirmação é falsa, pois ocorre o aumento da quantidade de $CO_2(g)$ na atmosfera.

18 Para neutralizar 2 mols de H^+, necessita-se de 1 mol de $CaCO_3$ (100 g) ou 1 mol de $Ca(OH)_2$ (74 g). Assim, hidróxido de cálcio é mais vantajoso, pois se utiliza uma massa menor.

19
a) A equação fica $Pb(NO_3)_2(s) \rightarrow PbO(s) + 2\ NO_2(g) + \frac{1}{2}\ O_2(g)$. Assim, $x = 2$ e $y = \frac{1}{2}$.
b) Para cada mol de $Pb(NO_3)_2(s)$ consumido, formam-se 2,5 mol de gás. Assim:

$$p \times V = n \times R \times T \Rightarrow V = \frac{n \times R \times T}{p} = \frac{2{,}5 \times 0{,}081 \times 500}{1}\ L = 101{,}25\ L$$

20 A equação da queima do enxofre é $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$. Assim, podemos escrever que:

$$n(S) = n(SO_2) \Rightarrow \frac{m(S)}{MM(S)} = \frac{m(SO_2)}{MM(SO_2)} \Rightarrow \frac{272\ t}{32\ g/mol} = \frac{m}{64\ g/mol}$$

$m = 544\ t$

21 A massa de C nos cigarros é dada por:
$0{,}40 \times 0{,}85 \times 164 \times 10^9\ g = 5{,}58 \times 10^{10}\ g = 5{,}58 \times 10^4\ t$
A reação de combustão do C é $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$. Assim, podemos escrever que:

$$n(C) = n(CO_2) \Rightarrow \frac{m(C)}{MM(C)} = \frac{m(CO_2)}{MM(CO_2)} \Rightarrow \frac{5{,}58 \times 10^4\ t}{12\ g/mol} = \frac{m}{44\ g/mol}$$

$m = 2{,}04 \times 10^5\ t$

22
a) Chamando o metal de Me, todas as reações são idênticas:
$Me(s) + \frac{1}{2}\ Cl_2(g) \rightarrow MeCl(s)$

Podemos então escrever que:

$$n(Me) = n(MeCl) \Rightarrow \frac{m(Me)}{MM(Me)} = \frac{m(MeCl)}{MM(MeCl)}$$

Assim, chamando de M a massa do metal utilizado, teremos para cada um deles:

Li $\quad m(LiCl) = \dfrac{42{,}44 \times M}{6{,}94} = 6{,}12 \times M$

Na $\quad m(NaCl) = \dfrac{58{,}5 \times M}{23{,}0} = 2{,}54 \times M$

K $\quad m(KCl) = \dfrac{74{,}6 \times M}{39{,}1} = 1{,}91 \times M$

Assim, a maior massa será a de LiCl (cloreto de lítio).
b) Ainda apoiado na reação, podemos escrever que:

$$n(Me) = \frac{n(Cl_2)}{\frac{1}{2}} \Rightarrow \frac{m(Me)}{MM(Me)} = \frac{2 \times m(Cl_2)}{MM(Cl_2)}$$

Assim, para reagir com cada metal, a massa de $Cl_2(g)$ que reage com cada um deles:

Li $\quad m(Cl_2) = \dfrac{71{,}0 \times M}{2 \times 6{,}94} = 5{,}12 \times M$

Na $\quad m(Cl_2) = \frac{71,0 \times M}{2 \times 23,0} = 1,54 \times M$

K $\quad m(Cl_2) = \frac{71,0 \times M}{2 \times 39,1} = 0,908 \times M$

Assim, a menor massa de $Cl_2(g)$ será na reação com potássio.

23 Inicialmente calculamos a massa dos 50 L do etanol:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \times V = 0,8 \times 50\ kg = 40\ kg$$

Pela reação, podemos escrever que:

$$n(C_{12}H_{22}O_{11}) = \frac{n(C_2H_6O)}{4} \Rightarrow \frac{m(C_{12}H_{22}O_{11})}{MM(C_{12}H_{22}O_{11})} = \frac{m(C_2H_6O)}{4 \times MM(C_2H_6O)}$$

$$\text{Logo, } \frac{m(\text{açúcar})}{342\ g/mol} = \frac{40\ kg}{4 \times 46\ g/mol} \Rightarrow m(\text{açúcar}) = 74,35\ kg$$

24 O tratamento desta mistura de butanona e butanal deixa intacta a butanona, e transforma o butanal em ácido butanóico. A butanona tem ponto de ebulição menor do que o ácido butanóico, uma vez que o ácido apresenta interações intermoleculares por pontes de hidrogênio. Em verdade, P.E.(butanona) = 79,6 °C e P.E.(ácido butanóico) = 195 °C. Logo, o produto recuperado pela destilação é a butanona.

Como MM(butanona) = MM(butanal) = 72 g/mol (são isômeros de função), a fração molar de cada um deles é:

$$n(\text{butanona}) = \frac{0,125}{72} \text{ e } n(\text{butanal}) = \frac{0,375}{72}. \text{ Logo:}$$

$$\chi(\text{butanona}) = \frac{\frac{0,125}{72}}{\frac{0,125}{72} + \frac{0,375}{72}} = \frac{1}{4} = 25\% \text{ e } \chi(\text{butanal}) = 75\%.$$

25 A equação nos mostra que $n(Ca(HCO_3)_2) = n(CaO)$. Assim, 159 g de bicarbonato de cálcio (1 mol) se transformam em 56 g de CaO (1 mol)

- uma perda de massa de 103 g. Assim, a perda de massa por grama de reagente é:

$$\frac{103}{159} = 0,648 \Rightarrow 64,78\%$$

26 Equação química da reação:

$$Zn(c) + 2\ HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$$

Esta equação nos mostra que $n(Zn) = n(H_2)$. Aplicando Clapeyron, temos:

$$\Delta p \times V = n \times R \times T \Rightarrow n = \frac{\Delta p \times V}{R \times T} = \frac{1 \times 1}{0,082 \times 298} mol = 4,09 \times 10^{-2}\ mol$$

Logo, a massa de zinco necessária é $4,09 \times 10^{-2}$ g × 65,39 g = 2,68 g.

Havia duas armadilhas nesta questão: o Δp de 1 atm, e o volume efetivamente ocupado pelo hidrogênio, que é de 1 L, uma vez que na garrafa já existe 1 L de solução de HCl. Cabia também a verificação de que o HCl é suficiente para a reação, e é, uma vez que a solução contém 0,30 mol de HCl, e são necessários apenas $8,18 \times 10^{-2}$ mol.

27

a) Sim, pois foram queimadas massas iguais de carbono.

b) Não, a quantidade em mols de O_2 consumida é maior. As equações de combustão mostram claramente:

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$
$$C(s) + 2/3\ O_3(g) \rightarrow CO_2(g)$$

28 As equações de produção de hidrogênio e as relações molares que podemos tirar são:

$Mg + 2\ HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$	$n(Mg) = n(H_2)$
$Al + 3\ HCl \rightarrow AlCl_3 + 3/2\ H_2$	$n(Al) = \frac{n(H_2)}{3/2}$
$Zn + 2\ HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$	$n(Zn) = n(H_2)$

Assim, para 1 mol de H_2, necessitamos 1 mol de magnésio (24 g), 2/3 mol de alumínio (18 g) ou 1 mol de zinco (65 g). Logo, pelo critério ***massa***, o alumínio é o metal de escolha.

Convertendo-se estas massas em volumes, teríamos $\frac{24}{1,7} = 14,12 cm^3$ de magnésio, $\frac{18}{2,7} = 6,67 cm^3$ de alumínio ou $\frac{65}{7,1} = 9,15 cm^3$ de zinco. Logo, pelo critério ***volume***, o alumínio também é o metal de escolha.

29

a) $CS_2(g) + 3\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\ SO_2(g)$

b) A equação anterior nos mostra que $n(CS_2) = n(CO_2) = \frac{n(SO_2)}{2}$. Logo:

$n(CS_2) = \frac{m(CO_2)}{MM(CO_2)} = \frac{9,24}{44}\ mol = 0,210\ mol$. Assim, o número de mols de SO_2 formado devido à queima do CS_2 é 0,420 mol.

A queima do H_2S pode ser assim equacionada: $H_2S(g) + 3/2\ O_2(g) \rightarrow H_2O(g) + SO_2(g)$. Logo:

$n(H_2S) = n(H_2O) = n(SO_2)$. Assim, o número de mols de SO_2 formado devido à queima do H_2S é dado por:

$\frac{m(H_2O)}{MM(H_2O)} = \frac{2,16}{18}\ mol = 0,120\ mol$.

Totalizando o número de mols de SO_2, temos (0,420 + 0,120) mol = 0,560 mol.

Isto corresponde a 0,540 × 64,1 g = 34,61 g.

30

a) Balanceando as reações I e II (que são as que produzem $N_2(g)$, que irá inflar o air bag), verificamos a existência de um reagente limitante! Observe:

Equação 1 $10\ NaN_3(s) = 10\ Na(s) + 15\ N_2(g)$

Equação 2 $10\ Na(s) + 2\ KNO_3(s) = 5\ Na_2O(s) + K_2O(s) + N_2(g)$

Somando-se estas 2 equações, vemos que 10 mols de $NaN_3(s)$ e 2 mols de $KNO_3(s)$ produzem 16 mols de $N_2(g)$. Mas temos apenas 2 mols de $NaN_3(s)$ e 2 mols de $KNO_3(s)$. Assim, claramente, o $NaN_3(s)$ é o reagente limitante, e os 2 mols dele produzirão 3,2 mols de $N_2(g)$.

Aplicando Clapeyron, temos:

$$p \times V = n \times R \times T \Rightarrow p = \frac{n \times R \times T}{V} = \frac{3{,}2 \times 8{,}3 \times 300}{70}\ kPa = 113{,}83\ kPa$$

b) A massa dos sólidos restantes após as reações I e II correspondem a 1,6 mols de KNO_3 que não reagem, 1 mol de Na_2O e 0,2 mol de K_2O. Ou seja:

$m = (1{,}6 \times 101{,}1 + 62 + 0{,}2 \times 94{,}2)\ g = 242{,}60\ g$

31 c

Balanceando-se esta equação muito conhecida, obtém-se:

$$6\ OH^-(aq) + 3\ Cl_2(g) \rightarrow 5\ Cl^-(aq) + ClO_3^-(aq) + 3\ H_2O(l)$$

Logo, $\frac{n(OH^-)}{6} = \frac{n(Cl^-)}{5}$. Assim, $n(OH^-) = \frac{6 \times 2{,}5}{5} = 3{,}0$ mols. Como há 1 L de solução, a concentração molar inicial era de 3,0 mol/L.

32 b

A equação nos mostra que $\frac{n(Cu(NO_3)_2)}{2} = \frac{n(NO_2)}{4}$. Assim:

$$\frac{m(Cu(NO_3)_2)}{2 \times MM(Cu(NO_3)_2)} = \frac{m(NO_2)}{4 \times MM(NO_2)} \Rightarrow \frac{m}{2 \times 187{,}56} = \frac{18{,}4}{4 \times 46{,}01}$$

$m = 37{,}50\ g$

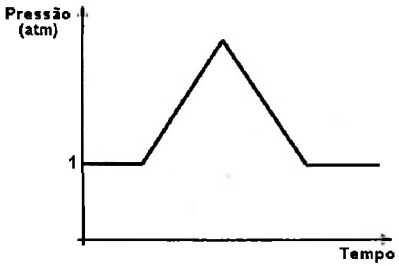
33

a) As fórmulas dos componentes são KNO_3, C e S. É fácil ver que o oxigênio necessário à combustão vem do KNO_3. Como curiosidade, a equação de explosão da pólvora pode ser escrita:

$$10\ KNO_3 + 8\ C + 3\ S \rightarrow 2\ K_2CO_3 + 3\ K_2SO_4 + 6\ CO_2(g) + 5\ N_2(g)$$

b) Em 1 kg de pólvora "portuguesa" havia 240 g de carvão, que se transformavam em $CO_2(g)$. Como 240 g de carvão correspondem a 20 mols, formar-se-iam 20 mols de $CO_2(g)$, com um volume de 448 L nas CNTP. Observe que combustão completa é diferente de explosão...

c)



34

a) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

b) Pela equação anterior, vê-se que o numero de mols de $CO_2(g)$ formado é igual ao número de mols de C(s) queimado. Existem $\frac{0,36}{12} = 0,03$ mol de C(s). Mas... o $O_2(g)$ é o reagente limitante! Observe que o recipiente tem volume de 2,24 L, o que, nas CNTP, corresponde a 0,1 mol de gases. $O_2(g)$ é aproximadamente 20% da atmosfera, ou seja, havia dentro do frasco fechado aproximadamente 0,02 mol de $O_2(g)$. Logo, se forma 0,02 mol de $CO_2(g)$, sobrando 0,12 g de grafite sem queimar.

c) Cada mol de $O_2(g)$ consumido na combustão é substituído por igual quantidade de $CO_2(g)$. Logo, não há alteração de pressão.

35 a

A primeira experiência precipita os cloretos:

$NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$

$KCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + KNO_3(aq)$

$BaCl_2(aq) + 2\ AgNO_3(aq) \rightarrow 2\ AgCl(s) + Ba(NO_3)_2(aq)$

A segunda experiência precipita o cátion Ba^{2+}:

$BaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2\ NaCl(aq)$

Na precipitação de $BaSO_4(s)$, $n(BaCl_2) = n(BaSO_4)$. Logo:

$$\frac{m(BaCl_2)}{MM(BaCl_2)} = \frac{m(BaSO_4)}{MM(BaSO_4)} \Rightarrow \frac{m(BaCl_2)}{208} = \frac{4,66}{233} \Rightarrow m(BaCl_2) = 4,16\ g$$

Logo, o percentual de $BaCl_2$ na mistura é $\frac{4,16}{6,82} \times 100\% = 61,0\%$.

Assim, na primeira experiência, 61% de 34,10 g corresponde ao $BaCl_2$: 20,80 g, e 39% de 34,10 g corresponde à soma das massas dos cloretos de sódio e de potássio: 13,30 g. Chamando de **a** à massa de NaCl e de **b** à massa de KCl, temos a primeira equação:

$$a + b = 13,30 \quad (I)$$

Atribuímos índice 1 ao AgCl precipitado a partir do NaCl, índice 2 ao AgCl precipitado a partir do KCl e índice 3 ao AgCl precipitado a partir do $BaCl_2$. Logo:

$$n(NaCl) = n_1(AgCl) \text{ e } n(KCl) = n_2(AgCl)$$

$$\frac{m(NaCl)}{MM(NaCl)} = \frac{m_1(AgCl)}{MM(AgCl)} \Rightarrow \frac{a}{58,5} = \frac{m_1(AgCl)}{143,5} \Rightarrow m_1(AgCl) = \frac{143,5}{58,5} \times a$$

$$\frac{m(KCl)}{MM(KCl)} = \frac{m_2(AgCl)}{MM(AgCl)} \Rightarrow \frac{b}{74,5,5} = \frac{m_2(AgCl)}{143,5} \Rightarrow m_2(AgCl) = \frac{143,5}{74,5} \times b$$

$$\frac{m(BaCl_2)}{MM(BaCl_2)} = \frac{m_3(AgCl)}{2 \times MM(AgCl)} \Rightarrow \frac{20,80}{208} = \frac{m_3(AgCl)}{2 \times 143,5} \Rightarrow m_3(AgCl) = 28,70 \text{ g}$$

Fazendo a soma das massas de AgCl, temos a segunda equação:

$$\frac{143,5}{58,5} \times a + \frac{143,5}{74,5} \times b + 28,70 = 57,40 \quad (II)$$

Resolvendo o sistema obtido, temos a = 5,85 g e b = 7,45 g.

Logo, o percentual de NaCl é $\frac{5,85}{34,10} \times 100\% = 17,16\%$ e o percentual de KCl é $\frac{7,45}{34,10} \times 100\% = 21,85\%$.

36

a) De todas as possíveis respostas, sem dúvida o brilho metálico é a mais atraente.

b) Iniciando com o FeO:

$FeO(s) + CO(g) \rightarrow Fe(s) + CO_2(g)$

$$n(FeO) = n(Fe) \Rightarrow \frac{m(FeO)}{MM(FeO)} = \frac{m(Fe)}{MM(Fe)}$$

$$\frac{m}{72} = \frac{m(Fe)}{56} \Rightarrow m(Fe) = \frac{56}{72} \times m = 0{,}778\ m$$

Agora, o Fe_2O_3:

$Fe_2O_3(s) + 3\ CO(g) \rightarrow 2\ Fe(s) + 3\ CO_2(g)$

$$n(Fe_2O_3) = \frac{n(Fe)}{2} \Rightarrow \frac{m(Fe_2O_3)}{MM(Fe_2O_3)} = \frac{m(Fe)}{2 \times MM(Fe)}$$

$$\frac{m}{160} = \frac{m(Fe)}{2 \times 56} \Rightarrow m(Fe) = \frac{112}{160} \times m = 0{,}700\ m$$

Assim, a amostra de óxido de ferro (II), FeO, permitiria obter uma massa de ferro maior.

c) O=C=O

37 d

Balanceado com coeficientes literais, temos:

$a\ SnO_2 + b\ C \rightarrow c\ Sn + d\ CO + e\ CO_2$

Assim, as igualdades dos números de mols são as seguintes:

Sn:	a = c
O:	2 a = d + 2 e
C:	b = d + e

Para o estanho, a igualdade do número de mols assim se resolve:

$$n(SnO_2) = n(Sn) \Rightarrow \frac{m(SnO_2)}{MM(SnO_2)} = \frac{m(Sn)}{MM(Sn)}$$

$$\frac{x}{150{,}71} = \frac{3{,}6}{118{,}71} \Rightarrow x = 4{,}57\ kg$$

A aproximação para 4,5 kg parece um pouco forçada, mas o pior ainda está por vir...

A igualdade do número de mols de oxigênio e de carbono assim se resolve:

$2a - b = e$

$2 \times \frac{3600}{118,71} - \frac{480}{12} = 20,65 = e$ (este é o número de mols de CO_2)

$b = d + e$

$40 = d + 20,65 \Rightarrow d = 19,35$ (este é o número de mols de CO)

Estes valores conduzem a:

$z = 19,35 \times 22,4 \times 10^{-3}\ m^3 = 0,433\ m^3$

$w = 20,65 \times 22,4 \times 10^{-3}\ m^3 = 0,463\ m^3$

Aproximar estes dois valores para 0,45 m^3... Como diria Dona Heleninha, minha esposa gaúcha... bah!

38

a) Cada mol de ácido reagirá com 1 mol de I_2, uma vez que os dois átomos de I_2 se adicionam à dupla ligação do ácido oléico.

$$\text{Logo, } n(\text{ácido}) = n(I_2) \Rightarrow \frac{3 \times 10^{16}}{6 \times 10^{23}} = \frac{m}{254} \Rightarrow 1,27 \times 10^{-5}\ g$$

b) A parte da molécula do ácido oléico que interage com a água é a sua parte polar, ou seja, a carboxila. Esta interação é comumente chamada de ponte de hidrogênio.

39

a) $Al(s) + 3\ HCl(aq) \rightarrow AlCl_3 + 3/2\ H_2(g)$

b) O enunciado da questão não é dos mais precisos. Vamos nos apegar a "*Após a reação ter-se completado, ...*", e interpretar como "tanto a reação do alumínio quando a do magnésio se completam".

$$\text{Assim, para o alumínio, } n(Al) = \frac{n(H_2)}{3/2} \Rightarrow n(H_2) = \frac{3}{2} \times n(Al)$$

Para o magnésio, como a equação é $Mg(s) + 2\ HCl(aq) \rightarrow MgCl_2 + H_2(g)$, $n(H_2) = n(Mg)$.

Como os números de mols de alumínio e de magnésio são iguais, o número de mols de $H_2(g)$ gerado a partir do alumínio é maior. Com isso, o nível da coluna de água colorida no tubo em U abaixa em I e sobe em II.

40

a) As equações I e III representam a produção do etanol e seu uso como combustível. Balanceando "em cascata" e somando, temos:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4\ C_2H_6O + 4\ CO_2$$
$$4\ C_2H_6O + 12\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 12\ H_2O$$
$$C_{12}H_{22}O_{11} + 12\ O_2 \rightarrow 12\ CO_2 + 11\ H_2O$$

Esta equação "soma" é a queima da sacarose, equação inversa da fotossíntese que a produziu. Assim, o processo é cíclico, e além disto não apresenta componentes poluentes.

b) A equação I nos mostra que:

$$n(C_{12}H_{22}O_{11}) = \frac{n(C_2H_6O)}{4} \Rightarrow \frac{m(C_{12}H_{22}O_{11})}{MM(C_{12}H_{22}O_{11})} = \frac{m(C_2H_6O)}{4 \times MM(C_2H_6O)}.$$ Logo:

$$\frac{14 \times 10^6\ t}{342} = \frac{m}{4 \times 46} \Rightarrow m = 7{,}53 \times 10^6\ t$$

41

a) A reação entre o carbureto e a água é:

$CaC_2(s) + 2\ H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + C_2H_2(g)$

Assim sendo, o gás é:

$$\boxed{\text{etino}\quad H - C \equiv C - H}$$

b) A equação nos mostra que:

$$n(CaC_2) = n(C_2H_2) \Rightarrow \frac{m(CaC_2)}{MM(CaC_2)} = \frac{m(C_2H_2)}{MM(C_2H_2)}.$$ Logo:

$$\frac{32}{64} = \frac{m}{26} \Rightarrow m = 13\ g.$$

42

a) A fórmula do palmitato de sódio é $C_{15}H_{31} - COO^- Na^+$.

b) Para a reação, há necessidade de uma quantidade 3 vezes maior de NaOH em relação à tripalmitina. Vê-se, então, que o NaOH está em excesso: $5{,}0 \times 10^{-3}$ mol > $3 \times 1{,}2 \times 10^{-3}$ mol.

Logo, vão se formar $3{,}6 \times 10^{-3}$ mol de palmitato de sódio.

43

a) A massa de sódio ingerida nesta refeição foi de (33 + 50 + 750 + 157) mg = 990 mg. Logo, em termos percentuais, foi ingerido $\frac{990}{1100} \times 100\% = 90\%$ da necessidade diária mínima de sódio.

b) Para atingir o consumo diário máximo, são necessários (3300 - 990) mg = 2310 mg = 2,31 g de sódio. Como $n(NaCl) = n(Na)$, tem-se $\frac{m(NaCl)}{MM(NaCl)} = \frac{m(Na)}{MM(Na)} \Rightarrow m(NaCl) = 58,5 \times \frac{2,31}{23} = 5,88\ g$.

44 e

A equação balanceada é:

$6\ NaN_3(c) + Fe_2O_3(c) \rightarrow 9\ N_2(g) + 2\ Fe(c) + 3\ Na_2O(c)$

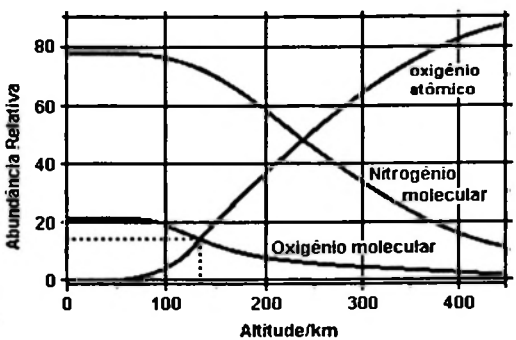
Assim, a proporção $\frac{n(N_2)}{n(Fe_2O_3)} = \frac{9}{1} = 9$.

45

a) $O_2 \rightarrow 2\ O$

$O_2 + O \rightarrow O_3$

b) A reação de formação de ozônio necessita de quantidades iguais de O_2 (oxigênio molecular) e O (oxigênio atômico). Observe o gráfico a seguir:



As curvas de abundância relativa destas duas espécies se cruzam entre as altitudes de 130 e 140 km.

46 O vidro já era fabricado no Egito em 1400 a.C. Durante a Idade Média, Veneza e a Boêmia foram os principais centros de fabricação de vidro. O vidro é uma mistura de silicatos. A composição aproximada do **vidro de cal e soda**, ou **vidro de janela**, é $Na_2O \cdot CaO \cdot 6\ SiO_2$. Este vidro se fabrica pela fusão conjunta, nas devidas proporções, de carbonato de sódio (Na_2CO_3), carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e areia (SiO_2). Durante o início do processo de fusão se forma muita espuma, mas com o aquecimento contínuo todo o CO_2 se desprende, produzindo-se um material viscoso e claro:

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + CO_2(g)$$
$$CaCO_3 + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3 + CO_2(g)$$

Podemos ver que $n(Na_2CO_3) = n(Na_2O)$ e $n(CaCO_3) = n(CaO)$.

Necessita-se de 150 g de Na_2O na composição final, logo:

$$\frac{m(Na_2CO_3)}{MM(Na_2CO_3)} = \frac{m(Na_2O)}{MM(Na_2O)} \Rightarrow \frac{m}{106} = \frac{150}{62} \Rightarrow m = 256{,}45\ g$$ de carbonato de sódio.

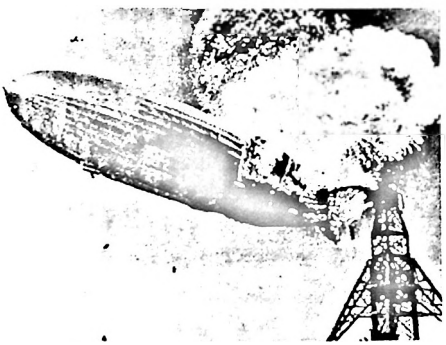
Necessita-se de 100 g de CaO na composição final, logo:

$$\frac{m(CaCO_3)}{MM(CaCO_3)} = \frac{m(CaO)}{MM(CaO)} \Rightarrow \frac{m}{100} = \frac{100}{56} \Rightarrow m = 178{,}57\ g$$ de carbonato de cálcio.

Assim, necessita-se de 750 g de areia, 256,45 g de carbonato de sódio e 178,57 g de carbonato de cálcio.

47

a)



O Hindenburg, momentos depois de incendiar-se, às 19:25 do dia 6 de maio de 1937, na Base Aeronaval de Lakehurst, em Nova Jersey, nos Estados Unidos.

A equação química que representa a reação principal da queima nesse evento é:

$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$

b) $Fe(s) + 2\ H^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(g)$

A equação nos mostra que o número de mols de ferro é igual ao número de mols de hidrogênio. Assim, a massa de ferro é $8{,}1 \times 10^6 \times 55{,}845\ g = 4{,}52 \times 10^5\ kg$.

48

a) A relação estequiométrica $H_2 : O_2$ é 2 mols : 1 mol, o que corresponde a 1 g : 8 g. O volume de $1{,}46 \times 10^6$ L de $H_2(l)$ corresponde a $1{,}46 \times 10^6\ L \times 0{,}071\ g/cm^3 = 1{,}04 \times 10^5$ kg de H_2. Assim, a massa de O_2 é 8 vezes maior: $8{,}29 \times 10^5$ kg. Calculando o volume de $O_2(l)$, $\frac{8{,}29 \times 10^5\ kg}{1{,}14\ g/cm^3} = 7{,}27 \times 10^5\ L$.

b) No Hindenburg temos $8{,}1 \times 10^6$ mols de hidrogênio queimados. Na nave espacial calculamos $1{,}04 \times 10^5$ kg de H_2, o que corresponde a:

$$n(H_2) = \frac{m(H_2)}{MM(H_2)} = \frac{1{,}04 \times 10^5\ kg}{2{,}0158\ g/mol} = 5{,}14 \times 10^7\ mol\ de\ H_2.$$

Logo, ocorrerá maior liberação de energia no caso da nave espacial, pois a quantidade de hidrogênio é maior.

49

a) Sim. De acordo com o texto sob efeito do ecstasy, o indivíduo sente seu corpo energizado pelo aumento do metabolismo, o que pode elevar a sua temperatura corporal a até 6 °C acima da temperatura normal (hipertermia). Um dos mecanismos metabólicos usado para a liberação de toxinas e diminuição da temperatura corporal é a transpiração. Neste caso a ingestão de água impede a desidratação e permite o processo de transpiração.

b) A massa molar do ecstasy ($C_{11}H_{15}O_2N$) é 193 g/mol. Em um comprimido de ecstasy há:

$5 \times 10^{-4} \times 193\ g = 965 \times 10^{-4}\ g = 96{,}5\ mg$

Para uma pessoa de 56 kg de massa, a LD_{50} é $56 \times 22\ mg = 1232\ mg$.

Logo, o numero de comprimidos para esta pessoa atingir a LD_{50} é:

$$\frac{1232\ mg}{96,5\ mg/comprimido} = 12,7\ comprimidos \cong 13\ comprimidos$$

50 a

metano	$CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$	$V_1 = 2\ L$
etano	$C_2H_6 + 7/2\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + 3\ H_2O$	$V_2 = 3,5\ L$
metanol	$CH_4O + 3/2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$	$V_3 = 1,5\ L$
etanol	$C_2H6O + 3\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + 3\ H_2O$	$V_4 = 3\ L$

51 b

180 mL de água correspondem a 10 mols de água. Assim, a água está em excesso.

$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$

$Ca(s) + 2\ H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$

$CaH_2(s) + 2\ H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2 + 2\ H_2(g)$

No frasco **1** não se forma gás, no frasco **2** se forma 0,1 mol de $H_2(g)$ e no frasco **3** se forma 0,2 mol de $H_2(g)$.

52 c

Como a pressão caiu de 0,15 atm, restou $O_2(g)$. Assim, o $H_2(g)$ foi o reagente limitante:

$$\underbrace{H_2(g) + 1/2\ O_2(g)}_{0,15\ atm} \rightarrow H_2O(l)$$

Logo, $p(H_2) = 0,10$ atm. Como $p(H_2) + p(N_2) = 0,70$ atm:

$$\chi(H_2) = \frac{0,10}{0,70} = 0,143$$

53

a) $CO_2 + 2\ LiOH \rightarrow Li_2CO_3 + H_2O$

b) A reação anterior mostra que $n(CO_2) = \frac{n(LiOH)}{2}$.

$$n(CO_2) = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{0,02 \times 60 \times 10^3}{0,082 \times 293} = 49,95\ mol$$

$$m(LiOH) = n(LiOH) \times MM(LiOH) = 2 \times 49,95 \times 23,94\ g = 2391,51\ g = 2,39\ kg$$

54

a) $NH_4HCO_3(s) \rightarrow NH_3(g) + CO_2(g) + H_2O(g)$

b) A reação nos mostra que um mol de carbonato ácido de amônio (79 g) gera 3 mols de gás. Assim, o volume total de gases gerado será de:

$$p \times V = n \times R \times T \Rightarrow V = \frac{3 \times \frac{6}{79} \times 0{,}082 \times 500}{1} = 9{,}34\ L$$

55 d

A reação é $CH_4 + 4\ Cl_2 \rightarrow CCl_4 + 4\ HCl$. Assim:

Assim, para as quantidades que reagem, temos $n(CH_4) = \frac{n(Cl_2)}{4}$.

Esta relação molar é também volumétrica. Verificamos que $300 > \frac{700}{4}$.

Logo, Cl_2 é o reagente limitante, e há um excesso de $300 - \frac{700}{4} = 125\ mL$ de CH_4. Formam-se $\frac{700}{4} = 175\ mL$ de CCl_4 e 700 mL de HCl.

56 d

$Zn(s) + 2\ HCl \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

Assim, $n(Zn) = n(H_2)$. Como reagiram (180 - 49) = 131 g de Zn, $n(H_2) = \frac{131}{65{,}4} \cong 2\ mols$.

Assim, a pressão parcial de H_2 é $p(H_2) \times 6 = 2 \times R \times T$, ou seja, $p(H_2) = \frac{1}{3} \times R \times T$.

A pressão parcial do N_2 é dada por $3 \times 4 = p(N_2) \times 6$, ou seja $p(N_2) = 2$ atm.

Logo, $p_{total} = \frac{1}{3} R\ T + 2$.

57 d

As equações de combustão são:

$CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$

$C_3H_8 + 5\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$

Chamando de a e b as pressões parciais de metano e de propano, respectivamente, temos:

$a + b = 0{,}080$

Após a combustão, passamos a ter que $a + 3b = 0{,}120$.

Resolvendo o sistema, $a = 0{,}060$ e $b = 0{,}020$.

Logo, a fração molar de metano é $\frac{0{,}060}{0{,}080} = \frac{3}{4} = 0{,}75$.

58

a) $2\,Mg + O_2 \rightarrow 2\,MgO$

b) E

c) A equação mostra que n(Mg) = n(MgO). Assim:

$$\frac{m(Mg)}{MM(Mg)} = \frac{m(MgO)}{MM(MgO)} \Rightarrow \frac{15}{24} = \frac{m(MgO)}{40} \Rightarrow m(MgO) = 25\,g$$

Ficamos entre E e F. Usamos as densidades do Mg e do MgO:

$$V = \frac{m}{d} \Rightarrow V(Mg) = \frac{15}{1{,}7} = 8{,}82\,mL \text{ e } V(MgO) = \frac{25}{3{,}6} = 6{,}94\,mL.$$

Estes números mostram que o volume final deverá ser menor do que o volume inicial. Logo, opção E.

59

a) $H_3C-CH_2-CH=CH-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_9-C(=O)-OH$

b) A fórmula molecular deste ácido graxo é $C_{18}H_{30}O_2$, o que conduz a 278 g/mol. Como há 3 duplas ligações, podemos colocar que $n(\text{ácido}) = \frac{n(I_2)}{3}$. Logo:

$$n(I_2) = 3 \times \frac{5{,}56}{278}\,mol = 0{,}06\,mol$$

60 e

A perda de massa corresponde à massa dos gases formados. Vamos calcular a perda por grama em cada caso:

a) $CaCO_3(c) \rightarrow CaO(c) + CO_2(g)$

$$n(CaCO_3) = n(CO_2) \Rightarrow \frac{m(CaCO_3)}{MM(CaCO_3)} = \frac{m(CO_2)}{MM(CO_2)}$$

$$\frac{1}{100} = \frac{m(CO_2)}{44} \Rightarrow m(CO_2) = \frac{44}{100} = 0,44 = 44,00\%$$

b) $CaC_2O_4(c) + ½\ O_2(g) \rightarrow CaO(c) + 2\ CO_2(g)$

$$n(CaC_2O_4) = \frac{n(CO_2)}{2} \Rightarrow \frac{m(CaC_2O_4)}{MM(CaC_2O_4)} = \frac{m(CO_2)}{2 \times MM(CO_2)}$$

$$\frac{1}{128} = \frac{m(CO_2)}{2 \times 44} \Rightarrow m(CO_2) = \frac{88}{128} = 0,688 = 68,75\%$$

c) $Ca(HCO_3)_2(c) \rightarrow CaO(c) + 2\ CO_2(g) + H_2O(g)$

$$n(Ca(HCO_3)_2) = \frac{n(CO_2)}{2} \Rightarrow \frac{m(Ca(HCO_3)_2)}{MM(Ca(HCO_3)_2)} = \frac{m(CO_2)}{2 \times MM(CO_2)}$$

$$\frac{1}{162} = \frac{m(CO_2)}{2 \times 44} \Rightarrow m(CO_2) = \frac{88}{162}\ g$$

$$n(Ca(HCO_3)_2) = n(H_2O) \Rightarrow \frac{m(Ca(HCO_3)_2)}{MM(Ca(HCO_3)_2)} = \frac{m(H_2O)}{MM(H_2O)}$$

$$\frac{1}{162} = \frac{m(H_2O)}{18} \Rightarrow m(H_2O) = \frac{18}{162}\ g$$

$$\frac{88}{162} + \frac{18}{162} = \frac{106}{162} = 0,654 = 65,43\%$$

d) $MgCO_3(c) \rightarrow MgO(c) + CO_2(g)$

$$n(MgCO_3) = n(CO_2) \Rightarrow \frac{m(MgCO_3)}{MM(MgCO_3)} = \frac{m(CO_2)}{MM(CO_2)}$$

$$\frac{1}{84,3} = \frac{m(CO_2)}{44} \Rightarrow m(CO_2) = \frac{44}{84,3} = 0,522 = 52,19\%$$

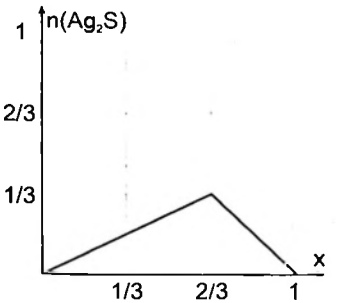
e) $MgC_2O_4(c) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow MgO(c) + 2\ CO_2(g)$

$$n(MgC_2O_4) = \frac{n(CO_2)}{2} \Rightarrow \frac{m(MgC_2O_4)}{MM(MgC_2O_4)} = \frac{m(CO_2)}{2 \times MM(CO_2)}$$

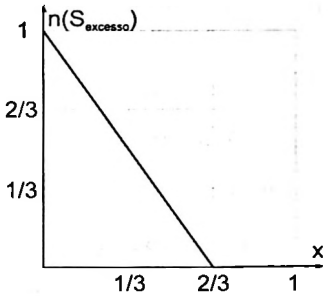
$$\frac{1}{112,3} = \frac{m(CO_2)}{2 \times 44} \Rightarrow m(CO_2) = \frac{88}{112,3} = 0,784 = 78,36\%$$

61

a) A maior quantidade de $Ag_2S(c)$ formado ocorrerá quando não houver nenhum excesso. Essa condição se dá para $\frac{2}{3}$ mol de prata e $\frac{1}{3}$ mol de enxofre, quando se forma $\frac{1}{3}$ mol de $Ag_2S(c)$. Não haverá formação de $Ag_2S(c)$ nos casos extremos ($x = 0$ e $x = 1$), devido à ausência de prata ou de enxofre, respectivamente. O gráfico:



b) O maior excesso de enxofre será de 1 mol (em $x = 0$, quando não há prata). Não haverá excesso de enxofre quando ele for o reagente limitante. Ele se torna o limitante quando de enxofre houver $\frac{1}{3}$ mol ou menos, ou seja, quando de prata houver $\frac{2}{3}$ de mol ou mais.



62 d

$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

$MgCO_3(s) \rightarrow MgO(s) + CO_2(g)$

Por inspeção, verifica-se com facilidade que são falsas as opções **a**, **b** e **e**. Em **a**, a solução permanecerá incolor, pela acidificação devida ao $CO_2(g)$; em **b**, a solução ficará rósea devido à basicidade do resíduo, que produzirá os hidróxidos de cálcio e de magnésio; em **e**, o resíduo é constituído por óxidos, e não por carbetos.

Vamos verificar a correção da afirmação **c**:

A massa de $CO_2(g)$ produzido é (1,42 - 0,76) g = 0,66 g.

Isto corresponde a $\frac{0,66}{44}$ mol $= 1,50 \times 10^{-2}$ mol, ou seja, $1,50 \times 10^{-2} \times 22,4$ L = 0,336 L.

Ou seja, a opção **c** é falsa.

Para verificarmos a correção da opção **d**, criaremos uma base de cálculo de 70 g de $CaCO_3$ e 30 g de $MgCO_3$.

$$n(CaCO_3) = n(CaO) \Rightarrow \frac{m(CaCO_3)}{MM(CaCO_3)} = \frac{m(CaO)}{MM(CaO)}$$

$$\frac{70}{100} = \frac{m(CaO)}{56} \Rightarrow m(CaO) = \frac{70 \times 56}{100} = 39,20\ g$$

$$n(MgCO_3) = n(MgO) \Rightarrow \frac{m(MgCO_3)}{MM(MgCO_3)} = \frac{m(MgO)}{MM(MgO)}$$

$$\frac{30}{84,3} = \frac{m(MgO)}{40,6} \Rightarrow m(MgO) = \frac{30 \times 40,6}{84,3} = 14,45\ g$$

Logo, 100 g de mistura produzem 53,65 g de resíduo. 1,42 g de mistura produzirão:

$$\frac{1,42 \times 53,65}{100} = 0,762\ \text{g de resíduo.}$$

O número de mols de $CO_2(g)$ produzido por 100 g de mistura é de:

$$\left(\frac{70}{100} + \frac{30}{84,3}\right)\text{mol} = 1,06\ \text{mol}.$$

Logo, o volume de gás nas CNTP é de 1,06 × 22,4 = 23,65 L.

1,42 g de mistura produzirão $\frac{1,42 \times 23,65}{100} = 0,336$ L de gás.

63

a) $CS_2(g) + 3\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\ SO_2(g)$

b) A outra equação química de combustão é:

$H_2S(g) + 3/2\ O_2(g) \rightarrow H_2O(g) + SO_2(g)$

Assim, tanto o CS_2 quanto o H_2S são formadores de SO_2 nesta combustão. Podemos escrever então:

$$\text{primeira equação} \quad - \quad n(CS_2) = \frac{n(SO_2)}{2}$$

$$\text{segunda equação} \quad - \quad n(H_2S) = n(SO_2)$$

Logo, o número de mols total de SO_2 é dado por

$$n(SO_2) = 2 \times n(CS_2) + n(H_2S).$$

A primeira equação nos mostra que $n(CS_2) = n(CO_2)$. Logo:

$$n(CS_2) = \frac{m(CO_2)}{MM(CO_2)} = \frac{9,24}{44}\ \text{mol} = 0,21\ \text{mol}$$

A segunda equação nos mostra que $n(H_2S) = n(H_2O)$. Logo:

$$n(H_2S) = \frac{m(H_2O)}{MM(H_2O)} = \frac{2,16}{18}\ \text{mol} = 0,12\ \text{mol}$$

Como $n(SO_2) = 2 \times n(CS_2) + n(H_2S)$,

$n(SO_2) = (2 \times 0,21 + 0,12)\,mol = 0,54\,mol$.

Assim, a massa de SO_2 formada é 0,54 mol × 64 g/mol = 34,56 g.

FÍSICO-QUÍMICA
SOLUÇÕES

01

a) A fumaça é uma dispersão coloidal de fuligem (carbono sólido) em gases liberados na combustão (CO_2, CO, H_2O e outros). Assim, temos dois "estados da matéria".

b) Não. Podemos esquematizar a reação da seguinte maneira:

$$\text{madeira} + O_2 \rightarrow \text{cinzas} + \text{fumaça}$$

Logo, m(fumaça) = m(madeira) + m(O_2) - m(cinzas). A afirmação da questão omite a massa do oxigênio.

02 c

Para que uma solução apresente concentração de 1,000 mol/L, tem que existir 1,000 mol do soluto em 1,000 litro de solução. Os outros dados e opções são apenas armadilhas para desviá-lo da resposta.

03 Para preparar 1 litro de uma solução 1,0 mol/L de ácido nítrico, necessitamos de 1,0 mol de HNO_3, ou seja, 63,0 g do mesmo. Se a solução é 67% em massa, a massa de solução necessária é tal que:

$$0{,}67 \times m = 63{,}0 \Rightarrow m = \frac{63{,}0}{0{,}67} = 94{,}03 \text{ g.}$$

04 Podemos calcular a massa molar através de massa molar = $\frac{m}{M \times V} = \frac{9{,}00}{1{,}059 \times 0{,}1} = 84{,}99$ g/mol.

Este valor concorda com o nitrato de sódio, $NaNO_3$.

05 Base de cálculo: 100 g de solução. Logo a massa de soluto é $m(H_2X) = 0{,}6 \times 100 = 60$ g.

O volume ocupado por estes 100 g de solução é $V = \frac{m}{d} = \frac{100}{1{,}4}\text{mL} = \frac{1}{14}\text{L}$.

A molaridade pode ser calculada pela forma usual:

$$M = \frac{m}{V \times \text{massa molar}} = \frac{60}{\frac{1}{14} \times 160} = 5{,}25 \text{ mol/L.}$$

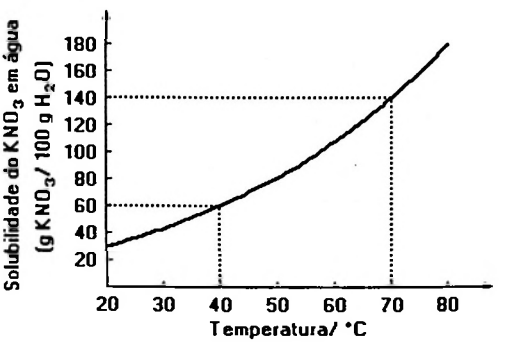
06

a) A 20 °C, o corpo de fundo em contato com a solução é $Na_2SO_4 . 10 H_2O$.

b) Se houve precipitação, a solução restante é saturada, e o gráfico nos informa que a solubilidade é de 20 g de Na_2SO_4 em 100 g de água. A concentração mais fácil de ser calculada é a porcentagem em massa:

$$\%m = \frac{m(\text{soluto})}{m(\text{solução})} \times 100\% = \frac{20}{120} \times 100\% = 16{,}67\% \text{ m}$$

07 Observe o gráfico com as linhas auxiliares desenhadas:



É fácil ver que, dos 140 g de sal originalmente dissolvidos em 100 g de água a 70 °C, precipitam-se 80 g, e permanecem dissolvidos 60 g de sal em 100 de água a 40 °C.

a) m = 80 g

b) m = 60 g

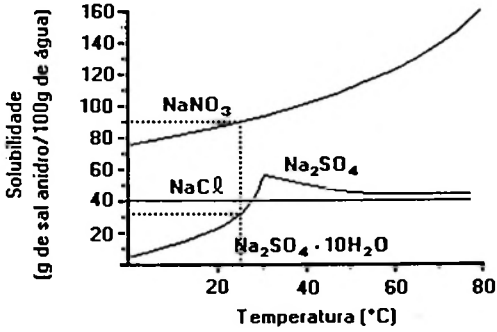
08

a) O aparecimento de NaCl sólido indica que a solução sobrenadante está saturada, isto é, obedecendo à solubilidade máxima do sal, que é igual a 360 g/L.

b) Se a concentração do NaCl na água do mar é 25 g/L, para que tenhamos 1000 g de NaCl necessitamos de 40 L de água do mar completamente evaporados.

09 b

Observe o gráfico a seguir, e a análise opção por opção:



a) certo Basta ver o gráfico.

b) **errado** Dissolvem-se 90 g de $NaNO_3$ nos 100 g de água, formando uma solução, e sedimentam-se 30 g.

c) certo Poderiam dissolver-se cerca de 40 g, logo a solução é insaturada.

d) certo Aproximadamente sim, 100 g de água são praticamente 100 mL, e $\frac{6}{0,1 \times 58,5} = 1,03 \approx 1$.

e) certo $2 \times \frac{1}{142} > 2 \times \frac{1}{322}$

10 A massa de soluto pode ser determinada através de m = M × V × massa molar.

Logo, a massa necessária é 2,15 mol/L × 0,25 L × 36,5 g/mol = 19,62 g.

A massa desta solução pode ser descoberta através da densidade: m = d × V.

Logo, m = 1,02 g/mL × 250 mL = 255,00 g.
Assim, a massa de água é (255,00 – 19,62) g = 235,38 g.
A molalidade pode ser calculada através de:

2,15 × 0,25 mols	–	235,38 g
molalidade	–	1000 g

molalidade = 2,28 mol/kg H_2O
Resumindo a resposta:
a) m_{HCl} = 19,62 g, $m_{água}$ = 235,38 g
b) molalidade = 2,28 mol/kg H_2O

11 c

Existem 10 g de soluto, cuja massa molar é 98 g/mol, 100 g de solução (logo 90 g de água), e a massa específica da solução é 1,07 g/cm³. Logo, o volume de solução é $\frac{100\ g}{1,07\ g/cm^3} = \frac{100}{1,07}\ cm^3 = \frac{0,1}{1,07}\ L$.

a) certa $C = \frac{m}{V} = \frac{10}{\frac{0,1}{1,07}} = 100 \times 1,07\ g/L$

b) certa $M = \frac{m}{V \times MM} = \frac{10}{\frac{0,1}{1,07} \times 98} = \frac{100 \times 1,07}{98}\ mol/L$

c) **errada** Existem 100 g de H_2SO_4 em 1000 g de água. Logo a molalidade é $\frac{100}{98}$ mol/kg.

d) certa A questão é muito antiga (1996). Foi incluída aqui para que seja observado o trabalho (típico do ITA) com as demais unidades de concentração. Para os saudosistas, neste caso, a normalidade é o dobro da molaridade.

e) certa $\chi(H_2SO_4) = \frac{\frac{10}{98}}{\frac{10}{98} + \frac{90}{18}} = \frac{\frac{0,1}{98}}{\frac{0,1}{98} + \frac{0,9}{18}}$

12

a) Considerando a aditividade de volumes, e chamando de V o volume de água do mar que será diluído, temos:

$$V \times 25\ g/L = (V + 300) \times 10\ g/L$$

Resolvendo, obtemos V = 200 L. Logo, 200 L de água do mar misturados com 300 L de água potável produziriam 500 L de soro fisiológico, possível de ser bebido.

b) 200 L de água do mar com concentração de 25 g/L correspondem a 5000 g de NaCl. A distribuição eqüitativa por 50 pessoas levaria à ingestão de 100 g de NaCl por pessoa.

c) A água da chuva deriva do ciclo da água, que vem em parte da água do mar por evaporação. Mas... só evapora água, não sal. Caso contrário, choveria água salgada em toda a Terra!

13

a) Consideramos 1 L de garapa, que contém 165 g de açúcar. A massa deste 1 L é:

$1000\ cm^3 \times 1{,}08\ g/cm^3 = 1080\ g$

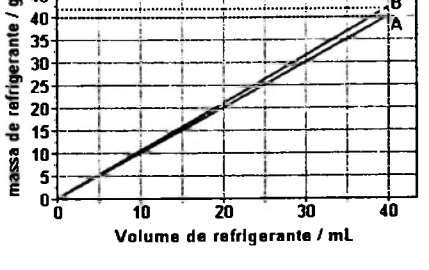
Logo, a porcentagem em massa de açúcar é $\frac{165}{1080} \times 100\% = 15{,}28\%$.

b) A precipitação ocorrerá quando a concentração for 660 g/L. Logo:

$V_{final} \times 660\ g/L = V_{inicial} \times 165\ g/L$

$$\frac{V_{final}}{V_{inicial}} = \frac{165}{660} = \frac{1}{4}$$

14 Observe o gráfico com as linhas adicionais abaixo:



a) A curva A corresponde à densidade de $\frac{40\,g}{40\,mL} = 1\,g/mL$.

A curva B corresponde à densidade de $\frac{42\,g}{40\,mL} = 1{,}05\,g/mL$.

Assim, Rango escolheu uma garrafa de refrigerante "diet", menos denso, com densidade virtualmente igual à da água. O refrigerante com sacarose é o mais denso.

b) Estabelecemos uma base de cálculo de 1000 mL do refrigerante comum, que contêm 130 de sacarose. A massa destes 1000 mL é de 1000 × 1,05 = 1050 g. Logo, a porcentagem em massa é de:

$$\frac{130}{1050} \times 100\% = 12{,}38\%\ (m/m)$$

15 Em 1 L de solução 2,79 mol/L de K_2CO_3, a massa de soluto é 2,79 mol/L x 138 g/mol = 385,02 g.

Com a molalidade, determina-se a massa de água presente em um litro dessa solução:

3,10 mols	–	1000 g de água
2,79 mols	–	x

$$x = \frac{2{,}79 \times 1000}{3{,}10} = 900{,}00\,g$$

Logo, a massa de 1 L dessa solução é 1285,02 g, o que leva a uma densidade de 1,285 g/mL.

16 b

Usando-se a fórmula usual para diluições, temos:

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$
$$V1 \times 5{,}0 = 500 \times 0{,}20$$
$$V1 = 20{,}0\ mL$$

Logo, colocar, no frasco II, 20,0 mL da solução do frasco I e completar os 500 mL com água destilada.

17 b

Usando-se a fórmula usual para mistura de soluções, temos:

$$V1 \times M1 + V2 \times M2 = (V1 + V2) \times M3$$
$$20 \times 0{,}50 + 40 \times 0{,}30 = (20 + 40) \times M3$$
$$M3 = (20 \times 0{,}50 + 40 \times 0{,}30) / (20 + 40).$$

18 Quando o sal hidratado for dissolvido em água, perderá sua água de hidratação, segundo a equação:

$$Co(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O \rightarrow Co(NO_3)_2 + 6\ H_2O$$

Esta equação nos mostra que:

$$n\left(Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O\right) = n\left(Co(NO_3)_2\right) = \frac{n(H_2O)}{6}$$

Chamando de m a massa necessária de sal hidratado, de m1 a massa de sal anidro e de m2 a massa de água, podemos escrever:

$$\frac{m}{291} = \frac{m1}{183} = \frac{\frac{m2}{18}}{6}$$

Logo, $m1 = \frac{183.m}{291}$ e $m2 = \frac{108.m}{291}$.

Numa solução 5% em massa, a proporção $\frac{\text{soluto}}{\text{solvente}}$ tem que ser $\frac{5}{95} = \frac{1}{19}$. Logo:

$$\frac{\frac{183.m}{291}}{\frac{108.m}{291} + 608} = \frac{1}{19}.$$

Resolvendo esta equação, obtemos m = 52,52 g.

19 Base de cálculo: 100 g do álcool disponível, o que corresponde a 96 g de etanol e 4 g de água.

Para a transformação em vodka, no qual a proporção é de 56 g de etanol para 44 g de água, devemos adicionar uma massa m de água tal que $\frac{56}{44} = \frac{96}{m+4}$. Resolvendo esta equação, obtemos m = 71,43 g.

Para a transformação de 100 g do álcool disponível em vodka, deve-se adicionar 71,43 g de água, ou seja, 71,43 cm^3 de água, pois a densidade da água é considerada como 1 g/cm^3. Assim sendo, 100 g de álcool produzem 171,43 g de vodka pelo acréscimo de 71,43 g de água.

Usaremos agora os volumes parciais para determinar a que isto corresponde em volume.

No álcool disponível:

$$58{,}0 \times \frac{96}{46} + 14{,}6 \times \frac{4}{18} = 124{,}29 \ cm^3$$

No vodka obtido:

$$56{,}6 \times \frac{96}{46} + 17{,}1 \times \frac{75{,}43}{18} = 189{,}78 \ cm^3$$

Assim, a 124,29 cm^3 do álcool disponível devem ser adicionados 71,43 cm^3 de água para a obtenção de 189,78 cm^3 de vodka. Observe-se a não-aditividade de volumes!

Passando-se para os 10 m^3 de álcool disponível:

$$\frac{10\,m^3}{124{,}29\,cm^3} = \frac{V(H_2O)}{71{,}43\,cm^3} = \frac{V(\text{vodka})}{189{,}78\,cm^3}$$

Resolvendo-se, obtém-se:

$V(H_2O) = 5{,}75 \ m^3$

$V(\text{vodka}) = 15{,}27 \ m^3$

Resumindo: misturam-se 10 m^3 do álcool disponível com 5,75 m^3 de água e obtêm-se 15,27 m^3 de vodka.

20 Da reação, podemos escrever que:

$$n(Ca_3P_2) = \frac{n(H_2O)}{6} = \frac{n(PH_3)}{2} = \frac{n(Ca(OH)_2)}{3}$$

Como $n(PH_3) = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{0{,}98 \times 100}{0{,}082 \times 308}\,mol = 3{,}88\,mol$, podemos escrever:

$$\frac{m(Ca_3P_2)}{182} = \frac{3{,}88}{2} \Rightarrow m(Ca_3P_2) = 353{,}10\,g$$

$$\frac{m(H_2O)}{6\times18}=\frac{3,88}{2}\Rightarrow m(H_2O)=209,53\ g$$

$$\frac{m(Ca(OH)_2)}{3\times74}=\frac{3,88}{2}\Rightarrow m(Ca(OH)_2)=403,71\ g$$

Para dissolver esta massa de $Ca(OH)_2$, são necessários $\frac{403,71}{0,928}=464,13$ dm³ de água. Juntando-se a isto os aproximadamente 0,21 dm³ de água necessários para reagir, temos um volume total de 464,34 dm³ de água.

21 b

Uma vez que não sabemos se a aditividade de volumes ocorre, e temos os dados relativos às densidades, vamos passar os dados para massas (massas são sempre aditivas).

Os 80 L da solução final têm massa de 80 × 1,10 = 88,0 kg.

Os x L da solução a 44% (m/m) tem massa de 1,5 x kg.

Os y L da água tem massa de y kg.

Assim, a equação que dá as somas das massas é **1,5 x + y = 88,0.**

A equação que garante as quantidades de KOH é **0,44 × 1,5 x = 0,12 × 88,0.**

Assim, x = 16 L e y = 64 L. A aditividade de volumes ocorre.

22

a) Na primeira diluição, o volume aumenta 10 vezes (de 5 mL para 50 mL). Logo, a concentração fica 10 vezes menor. Toma-se então uma alíquota de 10 mL, o que em nada altera as concentrações. Na segunda diluição, o volume aumenta 2,5 vezes (de 10 mL para 25 mL). Logo, a concentração fica 2,5 vezes menor. Logo, conjugando os efeitos, a solução inicial tem uma concentração 25 vezes maior que a solução final.

b) Calculando-se a área do triângulo como metade do produto base x altura, a área do triângulo **B** é $\frac{1,5\times1}{2}=0,75$, e a área do triângulo A é $\frac{1\times3}{2}=1,5$. Como foi dito no texto que a concentração da capsaicina é metade da di-hidrocapsaicina, **B** corresponde à capsaicina e **A** à di-hidrocapsaicina.

23 $M = \frac{120 \times 10^{-3}}{0,1 \times 40} = 0,03\ mol/L$

24 b

Não foi solicitado, mas podemos calcular as % (m/m) de todas as soluções.

I. $\frac{10}{10+100} \times 100\% = 9,09\%$

II. $\frac{10}{10+100} \times 100\% = 9,09\%$

III. $\frac{20}{20+180} \times 100\% = 10\%$

IV. $\frac{10 \times 58,5}{10 \times 58,5 + 90 \times 18} \times 100\% = 26,53\%$

25 c

1 L de solução 0,30 mol/L de $Al_2(SO_4)_3$ contém 0,60 mol de cátions $Al^{3+}(aq)$. Logo, são necessários 5,0 L de solução.

26 $M = \frac{C}{MM} = \frac{0,15}{95} = 1,58 \times 10^{-3}\ mol/L$

27 $M = \frac{C}{MM} = \frac{3,5}{58,5} = 5,98 \times 10^{-2}\ mol/L \approx 0,06\ mol/L$

28

a) O gráfico mostra que, em meados de 1979, a concentração de Pb no sangue era de 70 microgramas por litro. Como o número de mols de Pb é igual ao número de mols de $Pb(C_2H_5)_4$, podemos fazer a conversão em mols por litro diretamente:

$$M = \frac{C}{MM} = \frac{120 \times 10^{-6}}{207,2} = 5,79 \times 10^{-7}\ mol/L$$

b) Não. Cada curva se relaciona com uma escala diferente nas ordenadas. A do chumbo total na gasolina se relaciona com a escala da esquerda. A do chumbo no sangue se relaciona com a escala da direita.

29

a) Não. 100 kg de alimento contaminado por ano corresponde a 100 × 0,3 = 30 mg de PCBs por ano. O nível letal de PCBs para uma pessoa de 70 kg implica em receber 70 × 1300 mg = 91000 mg. Isto ocorrerá em $\frac{91000}{30} = 3033$ anos e 4 meses.

b) Não. A meia-vida do material é de 10 anos. Chamando de **n** ao número de meias vidas decorridas, tem-se:

$$0{,}2 = \frac{14}{2^n} \Rightarrow 2^n = \frac{14}{0{,}2} = 70 \Rightarrow 2^6 < 2^n < 2^7$$

Logo, há necessidade que decorram entre 60 e 70 anos da data de hoje, quando esta moça terá mais de 85 anos. A resolução logarítmica fornece n = 6,13, ou seja, entre 61 e 62 anos. A concepção entre 86 e 87 anos é extremamente improvável, considerando que o exemplo de Sara dificilmente se repetirá (Gênesis 17:17).

30 b

Item por item:

I.	não serve	Aumentar a pressão parcial de N_2 não colabora para dissolver mais CO_2.
II.	**serve**	A solubilidade é proporcional à pressão parcial do gás em questão sobre a solução.
III.	**serve**	Como explicado acima.
IV.	não serve	Como explicado acima.
V.	não serve	Aumentar a temperatura diminui a solubilidade de qualquer gás.

31 e

Item a item:

I.	errada	A sacarose é polar, como muito bem mostra sua excelente solubilidade em água.
II.	errada	Como é polar, dissolve pouco em benzeno.
III.	errada	Por hidrólise, um mol de sacarose fornece um mol de glicose e um mol de frutose.

IV. **correta** A sacarose permanece molecular em solução aquosa. Logo, não há condutividade elétrica apreciável.

V. **correta** A sacarose é opticamente ativa.

32 b

Cada mol de $Fe_2(SO_4)_3$ corresponde a 2 mols de cátions Fe^{3+} em solução. Logo, a solução deve ter concentração molar de 10 mmol/L em $Fe_2(SO_4)_3$. Assim:

$m = 10 \times 10^{-3} \times 0{,}5 \times 400$ g = 2,00 g.

33 e

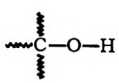
Para se garantir a neutralidade elétrica, temos que ter:

$0{,}10 \times 1 + 0{,}15 \times 2 + 0{,}20 \times 3 = 0{,}20 \times 2 + x \times 1$

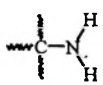
$x = 0{,}60$ mol/L

34

a)



álcool



amina primária

b) cloreto de sódio NaCl

REAÇÕES ENVOLVENDO SOLUÇÕES

01 b

A equação da reação é $SO_2(g) + 2\ NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_3(aq) + H_2O(l)$. Logo:

$$n(SO_2) = \frac{n(NaOH)}{2} \Rightarrow n(SO_2) = \frac{0,25 \times 0,1}{2} mol = 1,25 \times 10^{-2} mol$$

$V(SO_2) = (1,25 \times 10^{-2} \times 22,4)\ L = 0,280\ L.$

02 $Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + 2\ H_2O$

$$n(Mg(OH)_2) = n(H_2SO_4)$$

$$\frac{m}{MM} = V \times M$$

$$\frac{0,2}{24,3} = V \times 0,2$$

$$V = \frac{1}{58,3} L = 17,15 mL$$

03 $Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2\ H_2O$

$$n(Ca(OH)_2) = n(H_2SO_4)$$

$$\frac{m}{MM} = V \times M$$

$$\frac{m}{74} = 50 \times 10^{-3} \times 0,5 \Rightarrow m = 1,85 g$$

Assim, a pureza é $\frac{1,85}{2,00} \times 100\% = 92,50\%$.

04 c

A equação de neutralização é $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$. Logo:

$$n(HCl) = n(NaOH)$$

$n(HCl) = V \times M = (0,5 \times 0,2)\ mol = 0,1\ mol$

Esta quantidade corresponde a 2,24 L de HCl(g) nas CNTP. Convertendo para as condições do problema:

$$\frac{p \times V}{T} = \frac{p_0 \times V_0}{T_0} \Rightarrow \frac{624 \times V}{300} = \frac{760 \times 2,24}{273}$$

Resolvendo, temos V = 3,00 L.

05 c

A equação balanceada de precipitação do AgCl é:

$MyCl_x + x\ AgNO_3 \rightarrow x\ AgCl + y\ M(NO_3)_{x/y}$

Logo, podemos escrever que $\frac{n(AgCl)}{x} = \frac{n\left(M(NO_3)_{x/y}\right)}{y}$

Assim: $\frac{\frac{71,7}{143,5}}{x} = \frac{n\left(M(NO_3)_{x/y}\right)}{y}$

Uma ressalva: o NOx do metal é +x/y, e não +x, como no enunciado:

$$\frac{1}{2x} = \frac{n\left(M^{+x/y}\right)}{y} \Rightarrow n\left(M^{+x/y}\right) = \frac{y}{2x}.$$

06 Balanceando as equações como um todo, obtemos:

I. $2\ FeS_2 + \frac{11}{2}\ O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 4\ SO_2$

II. $4\ SO_2 + 2\ O_2 \rightarrow 4\ SO_3$

III. $4\ SO_3 + 4\ H_2O \rightarrow 4\ H_2SO_4$

Logo, tomando as equações I e III, temos $\frac{n(FeS_2)}{2} = \frac{n(H_2SO_4)}{4}$, ou seja, $n(FeS_2) = \frac{n(H_2SO_4)}{2}$.

A massa de FeS_2, levando em conta a pureza, é 0,9 × 250 t = 225 t. Ou seja, o número de mols teórico de H_2SO_4 produzido é:

$$n(H_2SO_4) = \frac{2 \times 225 \times 10^6}{120}\text{mol} = 3,75 \times 10^6\ \text{mol}$$

Como o rendimento global do processo é 60%:

$n(H_2SO_4) = 0,6 \times 3,75 \times 10^6\ \text{mol} = 2,25 \times 10^6\ \text{mol}$

A massa de H_2SO_4 efetivamente produzida é então:

$m(H_2SO_4) = 2,25 \times 10^6 \times 98\ g = 2,205 \times 10^8\ g.$

Como vai ser produzida solução a 95% em massa, a massa de solução produzida será:

$$m = \frac{1}{0,95} \times 2,205 \times 10^8\ g = 2,32 \times 10^8\ g = 232,11\ t$$

A densidade de 1,78 g/mL corresponde a 1,78 t/m³. Transformando-se massa em volume através da densidade:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{232,11}{1,78} m^3 = 130,40\ m^3$$

07 Na amostra inicial, cuja massa total é 38,75 g, temos:

Substância	Massa
$BaCl_2$	a
NaCl	b
KCl	c
SiO_2	d = 4,65 g

Logo, a + b + c = 34,10 g, e o percentual de SiO_2 pode ser determinado: $\frac{4,65}{38,75} \times 100\% = 12,00\%$.

Nos 100 mL de solução tratados com $AgNO_3$, as massas presentes são:

Substância	Massa
$BaCl_2$	a/2
NaCl	b/2
KCl	c/2

Nos 40 mL de solução tratados com Na_2SO_4, as massas presentes são:

Substância	Massa
$BaCl_2$	a/5
NaCl	b/5
KCl	c/5

Pela massa de precipitado de $BaSO_4$, calcularemos **a**.

$BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4(s) + 2\ NaCl$

$n(BaCl_2) = n(BaSO_4)$

$$\frac{a/5}{208} = \frac{4,66}{233}$$

$$a = \frac{5 \times 208 \times 4,66}{233} = 20,80 \text{ g}$$

E o percentual de $BaCl_2$ pode ser determinado: $\frac{20,80}{38,75} \times 100\% = 53,68\%$.

Como a + b + c = 34,10, a equação que relaciona b e c torna-se b + c = 13,30.

Considerando-se os 100 mL de solução que foram tratados com $AgNO_3$, as massas presentes são:

Substância	Massa
$BaCl_2$	10,40 g
NaCl	b/2
KCl	c/2

Estabelecendo as massas de AgCl geradas:

$BaCl_2 + 2\ AgNO_3 \rightarrow 2\ AgCl(s) + Ba(NO_3)_2$

$$n(BaCl_2) = \frac{n(AgCl)}{2}$$

$$\frac{\frac{10,40}{208}}{} = \frac{\frac{m1}{143,5}}{2}$$

$$m1 = \frac{10,40 \times 2 \times 143,5}{208} = 14,35 \text{ g}$$

$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3$

$$n(NaCl) = n(AgCl)$$

$$\frac{\frac{b}{2}}{58,5} = \frac{m2}{143,5}$$

$$m2 = \frac{143,5 \times b}{2 \times 58,5} = \frac{143,5}{117} b$$

$KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl(s) + KNO_3$

$n(KCl) = n(AgCl)$

$$\frac{\frac{c}{2}}{74,5} = \frac{m3}{143,5}$$

$$m3 = \frac{143,5 \times c}{2 \times 74,5} = \frac{143,5}{149}c$$

Assim, a equação que totaliza a massa de AgCl é:

$$14,35 + \frac{143,5}{117}b + \frac{143,5}{149}c = 28,70 \Rightarrow \frac{143,5}{117}b + \frac{143,5}{149}c = 14,35$$

Chegamos ao sistema:

$$\begin{cases} b + c = 13,30 \\ \frac{143,5}{117}b + \frac{143,5}{149}c = 14,35 \end{cases}$$

Resolvendo:
b = 5,85 g; c = 7,45 g

Percentual de NaCl: $\frac{5,85}{38,75} \times 100\% = 15,10\%$

Percentual de KCl: $\frac{7,45}{38,75} \times 100\% = 19,23\%$

Resumindo:

Substância	Massa	%
$BaCl_2$	20,80 g	53,68%
NaCl	5,85 g	15,10%
KCl	7,45 g	19,23%
SiO_2	4,65 g	12,00%

08 Na amostra inicial da liga, podemos esquematizar:

Elemento	Massa (g)
Cu	2,75
Zn	a
Ni	b

Logo, a + b = 2,25.

Relacionamos a massa de metal e a massa de água produzida, já levando em conta o rendimento:

$$\begin{cases} Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \\ H_2 + 1/2\,O_2 \rightarrow H_2O \end{cases}$$

$$n(Zn) = n(H_2) = n(H_2O)$$

$$\frac{m(Zn)}{MM(Zn)} = \frac{m(H_2O)}{MM(H_2O)}$$

$$\frac{a}{65,4} = \frac{m(H_2O)}{18}$$

Como o rendimento é 90%, $m1(H_2O) = \frac{0,9 \times 18 \times a}{65,4} = \frac{27a}{109}$.

$$\begin{cases} Ni + 2HCl \rightarrow NiCl_2 + H_2 \\ H_2 + 1/2\,O_2 \rightarrow H_2O \end{cases}$$

$$n(Ni) = n(H_2) = n(H_2O)$$

$$\frac{m(Ni)}{MM(Ni)} = \frac{m(H_2O)}{MM(H_2O)}$$

$$\frac{b}{58,7} = \frac{m(H_2O)}{18}$$

Como o rendimento é 90%, $m2(H_2O) = \frac{0,9 \times 18 \times b}{58,7} = \frac{162b}{587}$.

Logo, monta-se o sistema de 2 equações e 2 incógnitas:

$$\begin{cases} a + b = 2,250 \\ \frac{27a}{109} + \frac{162b}{587} = 0,5861 \end{cases}$$

Resolvendo, a = 1,233 g e b = 1,017 g.
Chegamos à seguinte análise para a prata alemã,

Elemento	Massa (g)	%
Cu	2,750	55,00
Zn	1,233	24,66
Ni	1,017	20,34

o que concorda bastante bem com a composição usual da prata alemã, também conhecida como alpaca, que é uma liga composta de, aproximadamente, níquel (25%), zinco (25%) e cobre (50%). Foi muito utilizada para decorar utensílios.

Determinação da massa estequiométrica de HCl necessária:

$Zn + 2\ HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

$$n(Zn) = \frac{n(HCl)}{2} \Rightarrow n(HCl) = \frac{2 \times 1,233}{65,4} = 3,77 \times 10^{-2}\ mol$$

$Ni + 2\ HCl \rightarrow NiCl_2 + H_2$

$$n(Ni) = \frac{n(HCl)}{2} \Rightarrow n(HCl) = \frac{2 \times 1,017}{58,7} = 3,47 \times 10^{-2}\ mol$$

Como a massa de HCl utilizada será o dobro da estequiometricamente necessária:

$2 \times (3,77 \times 10^{-2} + 3,47 \times 10^{-2}) \times 36,5\ g = 5,282\ g$

Logo, a massa da solução necessária é $\frac{100 \times 5,282}{40} = 13,205\ g$.

O volume pode ser determinado através da densidade:

$$V = \frac{13,205}{1,2} \cong 11,00\ mL.$$

09 Para que haja uma queda de 5% na pressão, deve haver um consumo de 5% do número de mols inicial. Assim, o número de mols de amônia que deve reagir é n = 0,05 × N, onde N é o número de mols inicial na câmara. Aplicação numérica:

$$n = 0,05 \times \frac{1 \times 10000}{0,082 \times 304} = 20,06\ mols$$

Por outro lado, a cada minuto, são introduzidos na câmara 49 g de ácido sulfúrico, dos quais apenas 50% reagem. Ou seja, 0,25 mol de ácido sulfúrico reagem por minuto. Como a reação é

$$2\ NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4,$$

0,5 mol de amônia reagirá por minuto, devido à estequiometria $\frac{n(NH_3)}{2} = n(H_2SO_4)$.

Logo, o tempo solicitado é $\frac{20,06}{0,5} = 40,12$ minutos.

10 Primeiramente é necessário determinar o reagente limitante.

$$\begin{cases} \frac{n(HCl)}{9} = \frac{V \times M}{9} = \frac{3,00 \times 5,00}{9} = 1,67\,mol \\ \frac{n(Mg)}{3} = \frac{m(Mg)}{3 \times MM(Mg)} = \frac{0,80 \times 120}{3 \times 24,3}\,mol = 1,32\,mol \end{cases} \Rightarrow \frac{n(Mg)}{3} < \frac{n(HCl)}{9}$$

Assim, o magnésio é o reagente limitante.

a) O número de mols de AsH_3 teoricamente obtido seria:

$$n(AsH_3) = \frac{n(Mg)}{3} = \frac{0,80 \times 120}{3 \times 24,3}\,mol = 1,32\,mol$$

Considerando o rendimento de 70,0%, teremos:

$$n(AsH_3) = 0,700 \times 1,32\,mol = 0,922\,mol$$

Calculando o volume em litros, com p = 2,03 bar = 203 kPa:

$$V = \frac{n \times R \times T}{p} = \frac{0,922 \times 8,31 \times 293}{203} = 11,06\,L$$

b) $\frac{n(Mg)}{3} = \frac{n(MgCl_2)}{3} \Rightarrow n(Mg) = n(MgCl_2)$

Logo, o número de mols teórico de $MgCl_2$ é $\frac{0,80 \times 120}{24,3} = 3,95\,mol$.

Com o rendimento de 70,0% e dissolvidos em 1400 cm^3 de água, aproximados para 1400 g de água, podemos escrever:

0,700 × 3,95 mol	–	1400 g
molalidade	–	1000 g

$$\text{molalidade} = \frac{0{,}700 \times 3{,}95 \times 1000}{1400} = 1{,}98 \text{ mol. kg}^{-1}$$

11 Primeiramente é necessário determinar o reagente limitante.

$$\begin{cases} \dfrac{n(H_2S)}{3} = \dfrac{V}{3 \times V_m} = \dfrac{75}{3 \times 22{,}4} = 1{,}12\,\text{mol} \\ \dfrac{n(H_2SO_4)}{4} = \dfrac{V \times M}{4} = \dfrac{0{,}5 \times 7{,}50}{4}\,\text{mol} = 0{,}938\,\text{mol} \end{cases} \Rightarrow \frac{n(H_2SO_4)}{4} < \frac{n(H_2S)}{3}$$

Assim, o ácido sulfúrico é o reagente limitante.

a) Assim, o número de mols de água que poderia ser obtido teoricamente assim se determina:

$$\frac{n(H_2SO_4)}{4} = \frac{n(H_2O)}{7} \Rightarrow 0{,}938 = \frac{m(H_2O)}{7 \times MM(H_2O)}$$

$$m(H_2O) = (0{,}938 \times 18 \times 7)\,g = 118{,}13\,g$$

Como foram obtidos 103 g, o rendimento é $\dfrac{103}{118{,}13} \times 100\% = 87{,}20\%$.

b) Para determinar a pressão imediatamente após a reação, precisamos determinar o número de mols de H_2S que não reage, e o volume que este gás ocupará.

O número de mols de H_2S que reage é dado por:

$$\frac{n(H_2SO_4)}{4} = \frac{n(H_2S)}{3} \Rightarrow \frac{n(H_2S)}{3} = 0{,}938\,\text{mol} \Rightarrow n(H_2S) = 2{,}81\,\text{mol}$$

Assim, o número de mols restante de H_2S é $\left(\dfrac{75}{22{,}4} - 2{,}81\right)\text{mol} = 0{,}536\,\text{mol}$.

Para o volume ocupado, vamos descontar o volume da solução adicionada e o volume da água formada, aproximando-o para 0,103 L: (75 - 0,5 - 0,103) L = 74,397 L.

$$p = \frac{n \times R \times T}{V} = \frac{0{,}536 \times 0{,}082 \times 308}{74{,}397} = 0{,}182\,\text{atm}.$$

12 Balanceando a equação redox, obtemos:

a) $P_2O_3(s) + 6\ HCl(aq) \rightarrow 2\ PH_3(g) + 3\ Cl_2O(g)$

A partir da equação balanceada, podemos estabelecer:

$$n(P_2O_3) = \frac{n(HCl)}{6} = \frac{n(PH_3)}{2} = \frac{n(Cl_2O)}{3}$$

b) Primeiramente é preciso determinar o reagente limitante:

$$\begin{cases} n(P_2O_3) = \dfrac{m(P_2O_3)}{MM(P_2O_3)} = \dfrac{0,900 \times 12,0}{110} = 9,82 \times 10^{-2}\ mol \\ \dfrac{n(HCl)}{6} = \dfrac{V \times M}{6} = \dfrac{0,125 \times 0,400}{6}\ mol = 8,33 \times 10^{-3}\ mol \end{cases} \Rightarrow \frac{n(HCl)}{6} < n(P_2O_3)$$

Assim, o HCl é o reagente limitante, e o número de mols de PH_3 e de Cl_2O teoricamente produzidos podem ser assim determinados:

$$\frac{n(HCl)}{6} = \frac{n(PH_3)}{2} \Rightarrow n(PH_3) = \frac{n(HCl)}{3}.$$

$$\frac{n(HCl)}{6} = \frac{n(Cl_2O)}{3} \Rightarrow n(Cl_2O) = \frac{n(HCl)}{2}.$$

Levando em conta o rendimento de 88,0%, o número de mols de gases efetivamente produzidos é:

$$n(gases) = 0,88 \times \left(\frac{n(HCl)}{3} + \frac{n(HCl)}{2} \right) = \frac{2,2}{3} \times 0,125 \times 0,4\ mol = 3,67 \times 10^{-2}\ mol.$$

Calculando o volume do frasco:

$$V = \frac{n \times R \times T}{p} = \frac{3,67 \times 10^{-2} \times 0,082 \times 500}{2,78} = 0,541\ L.$$

c) A quantidade de P_2O_3 que reage é:

$$n(P_2O_3) = \frac{n(HCl)}{6} = \frac{0,125 \times 0,4}{6} = 8,33 \times 10^{-3}\ mol.$$

Calculando em termos de massa:

$$\frac{m(P_2O_3)}{MM(P_2O_3)} = 8,33 \times 10^{-3}\ mol \Rightarrow m(P_2O_3) = 8,33 \times 10^{-3} \times 110\ g = 0,917\ g.$$

Em relação à amostra inicial, impura, de P_2O_3, ficaram sem reagir (12 - 0,917) g = 11,08 g. Em relação à quantidade real de P_2O_3, que é de 10,8 g, ficaram sem reagir (10,8 - 0,917) g = 9,88 g.

13 c

$Pb^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(c)$

Podemos escrever que $n(Pb^{2+}) = n(SO_4^{2-}) = n(PbSO_4)$, levando-se em conta os excessos, naturalmente.

a) 5 mmols de SO_4^{2-} + 25 mmols de Pb^{2+} → 5 mmols de $PbSO_4$
b) 10 mmols de SO_4^{2-} + 20 mmols de Pb^{2+} → 10 mmols de $PbSO_4$
c) 15 mmols de SO_4^{2-} + 15 mmols de Pb^{2+} → 15 mmols de $PbSO_4$
d) 20 mmols de SO_4^{2-} + 10 mmols de Pb^{2+} → 10 mmols de $PbSO_4$
e) 25 mmols de SO_4^{2-} + 5 mmols de Pb^{2+} → 5 mmols de $PbSO_4$

14 d

100 mL de HCl 1,00 mol/L correspondem a 0,1 mol de HCl.

100 mL de NaOH 0,50 mol/L correspondem a 0,05 mol de NaOH.

A reação entre eles ocorre, e resta 0,05 mol de HCl (e conseqüentemente de H^+) dissolvido em 200 mL (0,2 L) de solução. Logo, a solução resultante é 0,25 mol/L em H^+.

15 $Al(c) + 3\ HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq) + 3/2\ H_2(g)$

$$n(Al) = \frac{n(HCl)}{3} \Rightarrow \frac{m(Al)}{MM(Al)} = \frac{V(HCl) \times M(HCl)}{3}$$

$$\frac{13,5}{27} = \frac{V(HCl) \times 0,25}{3} \Rightarrow V(HCl) = 6,0\ L$$

16

a) Usaremos como base de cálculo uma solução com 1 mol de NaOH e 99 mols de água. Assim, apresenta massa de:

$(1 \times 40 + 99 \times 18)\ g = 1822\ g$

Esta massa corresponde a um volume de $\frac{1822\ g}{1,04\ g/cm^3} = \frac{1,822}{1,04}\ L$.

Assim, a molaridade é $\frac{1,04}{1,822}\ mol/L = 0,571 mol/L$

A reação com o ácido fosfórico é dada pela equação:

$$H_3PO_4 + 3\ NaOH \rightarrow Na_3PO_4 + 3\ H_2O$$

o que nos leva a $n(H_3PO_4) = \frac{n(NaOH)}{3}$. Assim:

$$V(H_3PO_4) \times M(H_3PO_4) = \frac{V(NaOH) \times M(NaOH)}{3}$$

$$2 \times M(H_3PO_4) = \frac{1 \times 0{,}571}{3} \Rightarrow M(H_3PO_4) = 9{,}51 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

b) A concentração em g/L é (9,51 × 10^{-2} × 98) g/L = 9,32 g/L.

17 A reação entre o bicarbonato de potássio e o ácido sulfúrico é dada pela equação:

$$2\ KHCO_3(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow K_2SO_4(aq) + 2\ CO_2(g) + 2\ H_2O(l)$$

Podemos escrever que

$$n(H_2SO_4) = \frac{n(CO_2)}{2} \Rightarrow V(H_2SO_4) \times M(H_2SO_4) = \frac{p \times V}{2 \times R \times T}.$$

$$0{,}125 \times M(H_2SO_4) = \frac{\frac{765}{760} \times 2{,}5}{2 \times 0{,}082 \times 293} \Rightarrow M(H_2SO_4) = 0{,}419 \text{ mol/L}.$$

18 Teoricamente (rendimento 100% etc) 1 mol de NH_3 pode produzir 1 mol de HNO_3. Logo, 2 L de ácido 0,5 mol/L.

19 d

Vamos escrever a proporcionalidade entre o número de mols de amônia e o número de mols de ar:

$$\frac{25 \text{ mols}(NH_3)}{10^6 \text{ mols(ar)}} = \frac{\frac{1{,}7 \times 10^6 \text{ g}(NH_3)}{17 \text{ g/mol}}}{n \text{ mols(ar)}} \Rightarrow n \text{ mols(ar)} = 4{,}0 \times 10^9 \text{ mols(ar)}$$

O volume ocupado por este número de mols de ar, nas condições especificadas, é de:

$$4{,}0 \times 10^9 \times 22{,}4 \times \frac{300}{273} \text{ L} = 9{,}85 \times 10^{10} \text{ L} \approx 10 \times 10^7 \text{ m}^3$$

20 c

A equação que representa a reação é:

$$Na_2SO_4 + Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbSO_4 + 2\ NaNO_3$$

$$n\left(Pb(NO_3)_2\right) = n(PbSO_4) \Rightarrow n\left(Pb(NO_3)_2\right) \times n\left(Pb(NO_3)_2\right) = \frac{m(PbSO_4)}{MM(PbSO_4)}$$

$$n\left(Pb(NO_3)_2\right) = n(PbSO_4) \Rightarrow V\left(Pb(NO_3)_2\right) \times M\left(Pb(NO_3)_2\right) = \frac{m(PbSO_4)}{MM(PbSO_4)}$$

$$0{,}5 \times M\left(Pb(NO_3)_2\right) = \frac{3}{303} \Rightarrow M\left(Pb(NO_3)_2\right) = \frac{3}{0{,}5 \times 303} = 1{,}98 \times 10^{-2} \approx 2{,}0 \times 10^{-2}\ mol/L$$

Propriedades Coligativas das Soluções

01 e

A temperatura de início de ebulição é calculável através da molalidade, e não há dados para cálculo da molalidade. As temperaturas de início de ebulição vão ser próximas, mas não iguais. Não é o caso de soluções aquosas bastante diluídas, quando podemos aproximar molalidade e molaridade.

02 c

Em relação à água pura, a solução terá ponto de ebulição maior, ponto de solidificação menor e pressão de vapor menor.

03 e

Corrigindo as afirmações:

a) Num local onde a pressão ambiente é de 720 mm Hg, a água aquecida em recipiente aberto ferverá ***abaixo*** de 100 °C.

b) Sabendo que nas condições ambientais a acetona ferve a 56 °C e o benzeno a 80 °C, pode-se concluir que, a 25 °C, a pressão de vapor do benzeno é ***menor*** que a pressão de vapor da acetona.

c) Aquecendo uma solução de um sal em água num recipiente aberto, a solução entrará em ebulição quando a sua pressão de vapor passar a ser ***igual*** à pressão ambiente.

d) Aquecendo uma solução aquosa de NaCl num recipiente aberto, a temperatura de ebulição será ***maior*** que a da água pura.

04 a

Como no copo da esquerda o saquinho murcha, a concentração de **1** é maior que a de **2**. Como no copo da direita o saquinho incha, a concentração de **2** é maior que a de **3**. Ou seja, em termos de concentração, **1 > 2 > 3**. Logo:

Em termos de pressão de vapor, **1 < 2 < 3**. I certa.

Em termos de temperatura de início de congelamento, **1 < 2 < 3**. II errada.

Em termos de temperatura de início de ebulição, **3 < 2 < 1**. III errada.

05 e

Naturalmente o vapor desprendido é de água, e a solução residual é de sal em água.

06 e

Como $\pi = M \times R \times T \times i$, terá maior pressão osmótica a solução de maior valor de i. No caso, cloreto de magnésio, $MgCl_2$, i = 3.

07 e

A opção fornece a exata definição de umidade relativa do ar, exemplificando para 15%.

08 d

a)	certo	Princípio de Avogadro: volumes iguais, de gases diferentes, nas mesmas condições de temperatura e pressão, contêm o mesmo número de moléculas.
b)	certo	Mesmo número de moléculas implica em mesmo número de mols.
c)	certo	Se em **B** a quantidade de vapor de água é **menor** do que em **A**, então a quantidade de ar é **maior**. Logo, em **B** haverá maior número de mols de N_2, e conseqüentemente, maior massa.
d)	**errado**	Se em **A** a quantidade de vapor de água é **maior**, há um número maior de moléculas mais leves, uma vez que, em termos de massa molar, $H_2O < N_2 < O_2$. Havendo uma quantidade maior de moléculas mais leves, a massa total será menor.
e)	certo	Maior umidade relativa implica em maior quantidade de vapor de água, logo maior número de mols e maior massa de água.

09 b

A solução **I** é a de água pura; a **II**, a menos concentrada de água salgada; e a **III**, a mais concentrada de água salgada.

10 A pressão osmótica é calculada por $\pi = M \times R \times T$, uma vez que a solução não é iônica. Assim:

$$T = \frac{\pi}{M \times R} = \frac{1}{1 \times 0{,}082} = 12{,}20\,K$$

Naturalmente, esta resposta não é razoável...

11 O meio intra-celular é isotônico de uma solução de NaCl 0,7% em massa. Considerando que esta solução é diluída o suficiente para apresentar densidade muito próxima de 1 g/mL, estimamos sua molaridade:

$$M = \frac{m}{V \times MM} = \frac{0,7}{0,1 \times 58,5} mol/L = \frac{14}{117} mol/L$$

Logo, a pressão osmótica será:

$$\pi = M \times R \times T \times i = \left(\frac{14}{117} \times 0,082 \times 298 \times 2 \right) atm = 5,85 atm$$

12 Calculamos a molalidade via criometria:

$$\Delta T_c = K_c \times \text{molalidade} \Rightarrow \text{molalidade} = \frac{\Delta T_c}{K_c} = \frac{5,47}{40} = \frac{547}{4000}$$

Calculamos a molalidade via soluções:

$\frac{0,154}{MM}$	-	4,38 g
molalidade	-	1000 g

$$\text{molalidade} = \frac{15400}{438 \times MM}$$

Igualamos os valores obtidos:

$$\frac{547}{4000} = \frac{15400}{438 \times MM} \Rightarrow MM = \frac{4000 \times 15400}{547 \times 438} = 257,11 \text{ g/mol}$$

Considerando o enxofre como S_n, temos $n = \frac{257,11}{32} = 8,03 \cong 8$. Logo, S_8.

13 Há uma fórmula que fornece as constantes criométrica e ebuliométrica para cada solvente: $K = \frac{R \times T^2}{1000 \times L}$. Para a constante criométrica, usam-se a temperatura de fusão e o calor latente de fusão; para a constante ebuliométrica, a temperatura de ebulição e o calor latente de vaporização. Como o calor latente de vaporização foi dado em cal/g, devemos usar R nas unidades adequadas: 1,99 cal . mol^{-1} . K^{-1}, usualmente arredondado para 2 cal . mol^{-1} . K^{-1}. Assim, calculamos:

$$K_E = \frac{R \times T_E^2}{1000 \times L_v} = \frac{2 \times 350^2}{1000 \times 46} = 5{,}33 \ ^\circ C \cdot mol^{-1} \cdot kg.$$

Este valor concorda bem com o dado de *handbook*: 5,03 °C . mol^{-1} . kg.
Calculamos a molalidade via soluções:

$\frac{10}{266}$	-	500 g
molalidade	-	1000 g

$$\text{molalidade} = \frac{20}{266}$$

$$\Delta T_E = K_E \times \text{molalidade} \Rightarrow \Delta T_E = 5{,}33 \times \frac{20}{266} = 0{,}40 \ ^\circ C$$

Assim, a temperatura de ebulição da solução será (77 + 0,40) °C = 77,40 °C.

14 É fácil ver que a solução mais diluída é a **i**, e que a mais concentrada é a **iv**.

a) A pressão de vapor da água será maior na solução que tiver a maior fração molar de água. Naturalmente, esta será a solução mais diluída, ou seja, a **i**.

b) O ponto de congelamento mais baixo será o da solução mais concentrada em acetona, ou seja, a **iv**. Usamos a fração molar para determinar a molalidade, observando que a proporção molar acetona : água é $1 : 9 \left(0{,}1 = \frac{1}{10} = \frac{1}{1+9} \right)$.

1 mol CH_3COCH_3	-	9 × 18 g H_2O
molalidade	-	1000 g H_2O

$$\Delta T_C = K_C \times \text{molalidade} \Rightarrow \Delta T_C = 6{,}17 \times 1{,}86 = 11{,}48 \ ^\circ C$$

Ou seja, esta solução deve congelar a −11,48 °C.

15 e

A 400 mm Hg, a temperatura de ebulição de A é 25 °C. Logo, não há fase líquida de A a 30 °C e 400 mmHg.

16 a

Como $\Delta T_C = K_C \times$ molalidade $\times$ i, vamos avaliar o produto molalidade $\times$ i para cada uma das soluções.

a) LiCl $\quad \frac{2}{42,5} \times 2 = 9,41 \times 10^{-2}$

b) KCl $\quad \frac{2}{74,5} \times 2$

c) NaBr $\quad \frac{2}{103} \times 2$

d) $MgCl_2$ $\quad \frac{2}{95,3} \times 3 = 6,30 \times 10^{-2}$

e) Na_2SO_4 $\quad \frac{2}{142} \times 3$

Como é fácil perceber que ficamos entre **a** e **d**, estes foram os únicos que calculamos.

17 c

Calculamos a molaridade via ebuliometria:

$$\Delta T_E = K_E \times \text{molalidade} \Rightarrow \text{molalidade} = \frac{\Delta T_E}{K_E} = \frac{0,464}{2,40} = \frac{29}{150}$$

Calculamos a molalidade via soluções:

$\frac{2,40}{MM}$	-	100 g
molalidade	-	1000 g

$$\text{molalidade} = \frac{24}{MM}$$

Igualamos os valores obtidos:

$$\frac{29}{150} = \frac{24}{MM} \Rightarrow MM = \frac{24 \times 150}{29} = 124,14 \text{ g/mol}$$

Considerando a substância simples como E_n, temos $n = \frac{124,14}{31} \cong 4$.

18 A lei de Henry nos diz que a solubilidade do gás é diretamente proporcional à sua pressão parcial sobre a solução. Determinamos a solubilidade molar na pressão de 1 atm de O_2:

$$M = \frac{\frac{48,9}{22400}}{1} \text{ mol/L} = 2,18 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Logo, podemos escrever:

$$\frac{2,18 \times 10^{-3}}{1} = \frac{M}{0,2095} \Rightarrow M = 4,57 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

19 c

A primeira observação do gráfico nos mostra que **não** pode ser uma substância pura, excluindo as opções **a**, **d** e **e**. O fato da ebulição iniciar **abaixo** de 100 °C exclui a opção **b**.

20 e

A dissolução da sacarose aumenta o número de partículas da solução, o que faz com que as afirmações **I**, **II** e **IV** sejam corretas. Mas não o número de íons nela presentes, o que faz com que as afirmações **III** e V sejam corretas.

21 A pressão da coluna líquida é dada por $\mu \times g \times h$. Em unidades S.I.:

$$\frac{0,88 \times 10^{-3} \text{ kg}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}^3} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 2,4 \times 10^{-3} \text{ m} = 20,70 \text{ Pa}$$

Convertendo para atmosferas, temos $20,70 \times 9,869 \times 10^{-6}$ atm = $2,04 \times 10^{-4}$ atm.

Por outro lado, a pressão osmótica é dada por M × R × T, ou seja:

$$\frac{0,20}{0,1 \times MM} \times 0,082 \times 298 \text{ atm} = \frac{48,87}{MM} \text{ atm}.$$

Igualando estes valores, temos $2,04 \times 10^{-4} = \frac{48,87}{MM}$.

Isto nos conduz a uma massa molar de $2,39 \times 10^5$ g/mol, ou seja, uma massa molecular de $2,39 \times 10^5$ u.

22 a

A 25 °C, CO_2 é um gás, Br_2 é um líquido volátil e Hg um líquido muito pouco volátil. Logo, $pCO_2 > pBr_2 > pHg$.

23 b

Haverá passagem de solvente (água) do lado esquerdo para o lado direito, na tendência natural de se igualarem as concentrações. Isto reduzirá o espaço ocupado pelo ar no lado direito, fazendo com que a pressão aumente lentamente.

24

a) A pressão osmótica pode ser calculada por
$\pi = M \times R \times T \times i = 0{,}15 \times 8{,}3 \times 310 \times 2 kPa = 771{,}90 kPa$.

b) Existem $\frac{35}{342}$ mols de sacarose, o que gera uma concentração de $\frac{35}{0{,}5 \times 342}$ mol/L, ou seja, 0,205 mol/L de moléculas. Existem ainda 0,015 mols de sais, gerando uma concentração de $\frac{0{,}015 \times 2}{0{,}5} = 0{,}06$ mol/L de íons. Isto nos leva a uma concentração geral de partículas de 0,265 mol/L de partículas. Esta concentração é menor do que os 0,30 mol/L de íons da solução aquosa 0,15 mol/L de NaCl. Assim, a bebida do rótulo **não é** isotônica em relação às células do corpo humano.

25 a

As duas soluções têm a mesma concentração de íons: $0{,}2 \times 2 = 0{,}4$ para o KBr, e $0{,}1 \times 4 = 0{,}4$ para o $FeBr_3$. Assim, não haverá fluxo de vapor maior ou menor de um balão para o outro, que leve a alterações de nível e/ou de concentrações. As afirmações **I** e **II** são corretas.

26 A opção a adiciona 1 mol de moléculas (glicerina), a opção **b** adiciona 3 mols de íons (Na_2SO_4) e a opção **c** adiciona 2 mols de íons ($NaNO_3$). Logo, na opção **b** teremos a maior concentração de partículas, e conseqüentemente o maior abaixamento de temperatura do início do congelamento da água.

27

a) A temperatura máxima alcançável pelo sistema constituído pelo líquido X e frasco é 50 °C (durante o processo de ebulição). Esse frasco

poderá ser tocado com a mão, sem que se corra risco de queimaduras.

No sistema constituído pelo líquido Y e frasco, a temperatura máxima alcançável é 100 °C, quando é atingido o equilíbrio com a chapa elétrica de aquecimento. Neste caso, haverá risco de queimaduras, se o frasco for tocado com a mão.

b) A adição de um soluto não volátil eleva a temperatura de ebulição de um líquido. Portanto:

• o líquido X poderá atingir uma temperatura superior a 50 °C, antes de entrar em ebulição.

• a temperatura máxima que o líquido Y atingirá será 100 °C, mesmo com a presença de soluto não-volátil, porque é igual à temperatura de aquecimento da chapa.

28 c

Para obtermos uma resposta aceitável, precisamos assumir uma "licença poética": durante o aquecimento por 24 horas em banho-maria a 90°C, por um período de 24 horas, não houve perda de líquido (!?), e apenas houve a hidrólise da sacarose, produzindo uma solução 0,20 mol/L em açúcares:

$$\text{sacarose} + H_2O \xrightarrow{HCl} \text{glicose} + \text{frutose}$$

Logo, a segunda solução é duas vezes mais concentrada, logo tem um abaixamento de temperatura de início de solidificação duas vezes maior:

$$2\,(T0 - T1) \approx (T0 - T2)$$

29 d

A afirmação I é **falsa**, uma vez que a -10°C não temos água líquida. Todas as outras são **corretas**.

30 Do gráfico, vemos que em 0,035 mol/L de KCl as componentes amargo e doce "zeram". Logo, esta é a concentração **mínima** para o sabor "salgado".

a) massa de KCl = $0,035 \times 1,5 \times 74,5$ g = 3,91 g

b) $\pi = M \times R \times T \times i = 0,035 \times 0,082 \times 330 \times 2 = 1,89$ atm

31

a) $T4 < T2 < T1 = T3$

b) A solução da garrafa 4 tem mais partículas por litro de solução do que a solução da garrafa 2, uma vez que o NaCl se dissocia em íons e a sacarose não.

32 b

Uma questão com enunciado bastante infeliz. Para que tenha resposta, consideraremos não a temperatura de ebulição **da água**, e sim da **mistura resultante água + adicionado**. Neste caso, a temperatura de ebulição da mistura água – acetona é inferior à da água pura. As adições das opções **a**, **c** e **e** não têm nenhum efeito. Na opção **d**, a temperatura de ebulição da mistura água – sal é maior do que a da água pura.

33 b

I. errada A pressão de vapor de um líquido só depende da temperatura.

II. **correta** Mesma pressão, maior volume, maior produto p × V.

III. errada Se não há mais líquido, só há gás numa isoterma.

34 d

Item por item:

I.	errada	Na ebulição moléculas são separadas sem terem suas ligações quebradas. Logo, em nada a força das ligações intramoleculares influencia.
II.	**correta**	Conforme acima, o que influencia são as forças intermoleculares.
III.	**correta**	A temperatura de ebulição depende da pressão sobre o líquido.
IV.	**correta**	A quantidade de soluto aumenta o ponto de ebulição.

Termoquímica e Termodinâmica

01 d

As opções **a**, **b** e **e** são claramente endotérmicas. Entre **c** e **d**, **d** é mais exotérmica por formar apenas H_2O em vez de H_2O_2.

02 a

É bastante conhecida a relação $c_p = c_v + R$.

03 c

Excluindo *a priori* as opções a e b, com as improváveis moléculas B_2 e C_2, a ligação mais estável (e conseqüentemente mais difícil de romper) é a N_2 (ligação tripla).

04 a

Chamamos de x ao calor de neutralização para a reação ácido forte + base forte, e de V o volume da solução após a reação. Como $Q = m \times c \times \Delta T$, podemos dizer que $\Delta T \propto \frac{Q}{V}$.

a) 0,2 mol de HCl + 0,2 mol de NaOH, sem reagente em excesso, volume de 0,30 L $\quad \Delta T_a \propto \frac{x/5}{0,3} \Rightarrow \Delta T_a \propto \frac{x}{1,5}$

b) 0,4 mol de HCl + 0,2 mol de NaOH, HCl em excesso, volume de 0,40 L $\quad \Delta T_b \propto \frac{x/5}{0,4} \Rightarrow \Delta T_b \propto \frac{x}{2}$

c) 0,8 mol de HCl + 0,4 mol de NaOH, NaOH em excesso, volume de 0,80 L $\quad \Delta T_c \propto \frac{2x/5}{0,8} \Rightarrow \Delta T_c \propto \frac{x}{2}$

d) 0,4 mol de HCl + 0,1 mol de NaOH, HCl em excesso, volume de 0,30 L $\quad \Delta T_d \propto \frac{x/10}{0,3} \Rightarrow \Delta T_d \propto \frac{x}{3}$

e) 0,8 mol de HCl + 0,2 mol de NaOH, HCl em excesso, volume de 0,60 L $\quad \Delta T_e \propto \frac{x/5}{0,6} \Rightarrow \Delta T_e \propto \frac{x}{3}$

05 o

As neutralizações **11**, **12**, **21** e **22** são de ácido forte por base forte. Logo, seus valores são os mais altos de todos, e praticamente iguais entre si.

As neutralizações **31** e **32** são de ácido forte por base fraca. Logo, seus valores são mais baixos, e praticamente iguais entre si, uma vez que a base fraca é a mesma.

As neutralizações **13** e **23** são de ácido fraco por base forte. Logo, seus valores são mais baixos, e praticamente iguais entre si, uma vez que o ácido fraco é o mesmo.

A neutralização **33** é de ácido fraco por base fraca. Logo, seu valor é o mais baixo de todos.

06

a) Somamos a equação II com a equação I invertida:

$$C_2H_4(g) + 3\,O_2(g) \rightarrow 2\,CO_2(g) + 2\,H_2O(l) \quad \Delta H = -1410\,kJ/mol$$

$$2\,CO_2(g) + 3\,H_2O(l) \rightarrow C_2H_5OH(l) + 3\,O_2(g) \quad \Delta H = +1368\,kJ/mol$$

$$C_2H_4(g) + H_2O(l) \rightarrow C_2H_5OH(l) \quad \Delta H = -42\,kJ/mol$$

b) Como a reação apresenta $\Delta H = -42\,kJ/mol$, ou seja, $\Delta H < 0$, é exotérmica: libera calor.

c) Usando a equação III:

$C_2H_4(g) + H_2O(l) \rightarrow C_2H_5OH(l) \quad \Delta H = -42\,kJ/mol$

$$\Delta H = -42 = H(C_2H_5OH) - H(C_2H_4) - H(H_2O)$$

$$\Delta H = -42 = H(C_2H_5OH) - H(C_2H_4) - H(H_2O)$$

$$-42 = H(C_2H_5OH) - 52 - (-286) \Rightarrow H(C_2H_5OH) = -276\,kJ/mol$$

07

a) Evaporação e condensação.

b) A evaporação ocorre na superfície da água salobra, e a condensação na superfície do plástico.

c) A evaporação, que é endotérmica e absorve energia solar.

08 a

Chamamos de x ao calor de neutralização para a reação ácido forte + base forte, e de V o volume da solução após a reação. Como $Q = m \times c \times \Delta T$, podemos dizer que $\Delta T \propto \frac{Q}{V}$.

I. 0,1 mol de HCl + 0,1 mol de NaOH, sem reagente em excesso, volume de 200 mL $\quad \Delta T_1 \propto \frac{x/10}{200} \Rightarrow \Delta T_1 \propto \frac{x}{2000}$

II. 0,05 mol de HCl + 0,15 mol de NaOH, NaOH em excesso, volume de 200 mL $\quad \Delta T_2 \propto \frac{x/20}{200} \Rightarrow \Delta T_2 \propto \frac{x}{4000}$

III. 0,05 mol de HCl + 0,05 mol de NaOH, sem reagente em excesso, volume de 100 mL $\quad \Delta T_3 \propto \frac{x/20}{100} \Rightarrow \Delta T_3 \propto \frac{x}{2000}$

Logo, $\Delta T_1 \approx \Delta T_3 > \Delta T_2$.

09 a

Será mais exotérmica a reação que criar a ligação com maior diferença de eletronegatividade, neste caso: HF. Os interessantes compostos inter-halogênicos das opções **d** e **e** têm síntese endotérmica, e também é assim o HI.

10 Vamos fazer a suposição de que haja uma relação linear entre a entalpia de ligação e o comprimento de ligação: $E = a \times C + b$. Determinamos os valores de **a** e **b**:

$$\begin{cases} 431 = 127 \times a + b \\ 299 = 161 \times a + b \end{cases}$$

Resolvendo, temos $a = -3{,}88$ e $b = 924{,}06$.

Para o HF: $92 \times (-3{,}88) + 924{,}06 = 566{,}88$ kJ/mol ≈ 567 kJ/mol

Para o HBr: $141 \times (-3{,}88) + 924{,}06 = 376{,}65$ kJ/mol ≈ 377 kJ/mol

Os valores encontrados na literatura para estas entalpias de ligação são, respectivamente, 563 e 366 kJ/mol.

11

a) ΔH_r será calculada através das energias de ligação. Devem ser "quebradas" as ligações:

ENDO	$H_3C - H$	435 kJ/mol
	Cl - Cl	242 kJ/mol
	total	677 kJ/mol

Devem ser "feitas" as ligações:

	$H_3C - Cl$	452 kJ/mol
EXO	$H - Cl$	431 kJ/mol
	total	883 kJ/mol

Assim, $\Delta H_r = (+677 - 883)$ kJ/mol = -206 kJ/mol.

b) ΔH_f será calculado a partir de ΔH_r:

$$\Delta H_r = H(H_3CCl) + H(HCl) - H(CH_4) - H(Cl_2)$$

$$-206 = H(H_3CCl) + (-92) - (-75)$$

$$H(H_3CCl) = (-206 + 92 - 75)\text{kJ/mol} = -189\text{kJ/mol}$$

12 Determinamos o número de mols de butano queimados: $\frac{1000\,g}{58\,g/mol} = 17{,}24\,mol$.

a) Q = 17,24 mol × 2900 kJ/mol = 5,00 × 10^4 kJ

b) V = 17,24 mol × 24,5 L = 422,41 L

13 São quebrados 1 mol de ligações C - C e 6 mols de ligações C - H:
$2826 = x + 6 \times 416 \Rightarrow x = (2826 - 2496)$ kJ/mol = 330 kJ/mol

14 d

Vamos analisar opção por opção:

a) certo $\Delta H_1 > 0$ e $_2 > 0$.

b) certo Todos os ΔH são < 0.

c) certo $\Delta H_4 = \Delta H_3 + 3 \times \Delta H_1$.
$\Delta H_4 = -1366{,}8 + 132 = -1234{,}8$ kJ/mol.

d) **errado** $\Delta H_5 = \Delta H_3 - \Delta H_2$.
$\Delta H_5 = -1366{,}8 - 42{,}6 = -1409{,}4$ kJ/mol.

e) certo $\Delta H_6 = \Delta H_3 - \Delta H_2 + 3 \times \Delta H_1$.
$\Delta H_6 = -1366{,}8 - 42{,}6 + 3 \times 44 = -1277{,}4$ kJ/mol.

15

a) $\Delta H = 12 \times H(CO_2) + 11 \times H(H_2O) - H(C_{12}H_{22}O_{11})$

$\Delta H = 12 \times (-395) + 11 \times (-286) - (-2222) = -5653\ kJ/mol$

b) Energia da sacarose: $\frac{35}{342} \times 5653\ kJ = 578,52\ kJ$

Energia da bebida: $140 \times 4,184 = 585,76\ kJ$

Em termos porcentuais: $\frac{578,52}{585,76} \times 100\% = 98,76\%$.

16

a) $SnO_2(s) \rightarrow Sn(s) + O_2(g)$ $\Delta H_1 = +581 kJ/mol$.

b) $SnO(s) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow SnO_2(s)$ $\Delta H_2 = -581 + 286 = -295\ kJ/mol$.

17 e

Não há necessidade de perder tempo com **a**, **c** e d, uma vez que as referidas reações são exotérmicas.

b) errado $2 \times$ "I" $- 2 \times$ "II" $= -220$ kJ

e) **correto** "I" $-$ "II" $= -110$ kJ

18

a) Vamos trabalhar as energias de ligação:

ENDO	4 ×	N – H	4 × 389 = 1556	Total = 2217 kJ
	1 ×	N – N	1 × 163 = 163	
	1 ×	O = O	1 × 498 = 498	
EXO	1 ×	N ≡ N	1 × 946 = 946	Total = 2802 kJ
	4 ×	H – O	4 × 464 1856	

O saldo é de (2217 – 2802) kJ = –585 kJ

b) $\Delta H = 2 \times (-242) - (-585) = +101 kJ/mol$

19

a) $C_2H_6O + 3\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + 3\ H_2O$

$C_8H_{18} + 25/2\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 9\ H_2O$

b) 1 mol desta gasolina é formado por 0,5 mol de etanol e 0,5 mol de n-octano. Logo:

$0,5 \times 1368 + 0,5 \times 5471 = 3419,5$ kJ

c) 1 L desta gasolina corresponde a 720 g, e conseqüentemente, $\frac{720}{80,1} = 8,99$ mols, ou seja 4,49 mols de etanol e 4,49 mols de n-octano. Logo:

$4,49 \times 1368 + 4,49 \times 5471 = 30737,08$ kJ ≈ 30737 kJ

20

a) Energia fornecida pelos carboidratos: $0,66 \times 50 \times 17 = 561$ kJ
Energia fornecida pelos lipídios: $0,27 \times 50 \times 38 = 513$ kJ
Energia total: $561 + 513 = 1074$ kJ

b) $Q = m \times c \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{m \times c}$

$$\Delta T = \frac{1074 \times 10^3}{60 \times 10^3 \times 4,5} = 3,98 \approx 4\ ^\circ C$$

21

a) Os ácidos apresentam ponte de hidrogênio, e os ésteres não.

b) A lei de formação aproximada para o calor de sublimação dos ésteres é $\Delta H = 60 + 5 \times (n - 10)$, onde n é o número de carbonos na cadeia. Logo, $\Delta H = 60 + 5 \times (32 - 10) = 170$ kJ . mol^{-1}.

22

a) $p \times V = n \times R \times T \Rightarrow p = \frac{m \times R \times T}{MM \times V}$

$$p = \frac{5 \times 4 \times 10^3 \times 0,082 \times 300}{74 \times 82 \times 10^3}\ \text{atm} = 8,11 \times 10^{-2}\ \text{atm}$$

b) $Q = \frac{0,1 \times 5 \times 4 \times 10^3}{74} \times 2530 \times 10^3\ J = 6,84 \times 10^7\ J$

23

a) Vamos calcular os gastos nos 3 usos corporais da energia:

Gasto metabólico de repouso: 4,2 × 24 × 60 = 6048 kJ/dia

Gasto energético para digestão e absorção dos alimentos: 0,1 × 7600 = 760 kJ/dia

Gasto para atividade física (moderada): 0,4 × 6048 = 2419,2 kJ/dia

Logo, o gasto energético total é (6048 + 760 + 2419,2) kJ/dia = 9227,2 kJ/dia

b) Balanço energético:

quantidade ingerida - quantidade gasta = (7600 - 9227,2) kJ/dia = -1627,2 kJ/dia

Logo, haverá perda de massa corporal:

$$1627{,}2 \times \frac{450}{15000}\ \text{g/dia} = 48{,}82\ \text{g/dia}$$

24

a) Somando as 3 equações balanceadas do processo de purificação, obtemos $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$, reação que libera 394 kJ/mol. Como 300 g de sílica pura correspondem a $\frac{300}{60} = 5$ mols, a energia liberada será de 5 × 394 kJ, ou seja, 1970 kJ.

b) A fibra será um cilindro de comprimento L e área da base $\pi \times \frac{D^2}{4}$. Ou seja, terá volume $L \times \pi \times \frac{D^2}{4}$. Por outro lado, o volume pode ser calculado através de $\frac{m}{d}$. Passando todos os valores para o S.I. e igualando, temos:

$$L \times \pi \times \frac{\left(6 \times 10^{-5}\right)^2}{4} = \frac{0{,}3}{2{,}2 \times 10^3} \Rightarrow L = 4{,}82 \times 10^4\ \text{m}.$$ Impressionantes 48,23 km para 300 g de massa!

25

a) A equação nos mostra que

$$\frac{n(Al)}{2} = \frac{n(O_2)}{3/2} \Rightarrow \frac{m(Al)}{2 \times MM(Al)} = \frac{2 \times V}{3 \times Vm}.$$

Substituindo valores numéricos:

$$\frac{1}{2 \times 27} = \frac{2 \times V}{3 \times 22{,}4} \Rightarrow V = 0{,}622\text{L}$$

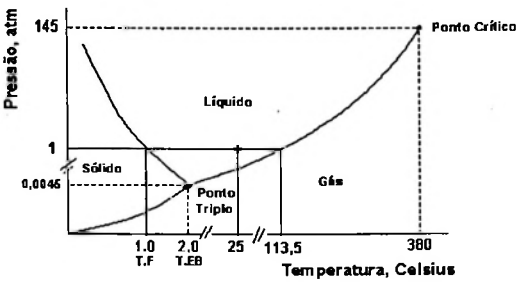
b) O número de mols de Al é dado por $\frac{m(Al)}{MM(Al)} = \frac{1}{27}$ mol. Como o dado termoquímico se refere a 1 mol de Al_2O_3, podemos escrever:

2 mols Al	–	1653 kJ
$\frac{1}{27}$ mol Al	–	x

x = 30,61 kJ

26

a) e b)



c) $N_2H_4(l) + 2\ H_2O_2(l) \rightarrow N_2(g) + 4\ H_2O(g)$

d) $\Delta H = 4 \times (-241,8) - 50,6 - 2 \times (-187,8) = -642,2$ kJ

27 a

Na análise item a item, lembre do princípio de Avogadro: o número de moléculas de propano e butano é igual. Lembre ainda que as fórmulas são: propano – C_3H_8 e butano – C_4H_{10}. Logo, as massas molares são 44 g/mol e 58 g/mol.

I. correta A densidade é proporcional à massa molar.

II. correta Na proporção de 4 : 3.

III. correta Na proporção de 13:10, observe:
$C_4H_{10} + 13/2\ O_2 \rightarrow 4\ CO_2 + 5\ H_2O$
$C_3H_8 + 5\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$

IV. correta Mais moléculas de CO_2 e de água são produzidas.

V. correta Na proporção de 14 : 11.

VI. correta A densidade é proporcional à massa molar.

28 Para a reação $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$, temos:
$\Delta H = (-635,1 + (-393,5) - (-1206,9))$ kJ/mol = 178,30 kJ/mol
$\Delta S = (39,8 + 213,6 - 92,9)$ J/(mol . K) = 0,1605 kJ/(mol . K)
Avaliamos ΔG para a temperatura de 800 K:

$$\Delta G = \Delta H - T \times \Delta S = (178,30 - 800 \times 0,1605) \text{kJ/mol} = 49,90 \text{kJ/mol}$$

Como $\Delta G > 0$, a reação é não-espontânea nesta temperatura.
Determinação da temperatura mais econômica:

$$0 = 178,30 - T \times 0,1605 \Rightarrow T = \frac{178,30}{0,1605} = 1110,90 \text{K}$$

Cinética Química

01 a

A dissolução em água permite a colisão entre as espécies reagentes.

02 d

A reação citada é $2\ NOCl \rightarrow 2\ NO + Cl_2$. Pela tabela apresentada, verifica-se que ao se dobrar a $[NOCl]$, a velocidade de reação quadruplica. Logo, $k.[NOCl]^2$.

Para o cálculo de k, fazemos:

$1{,}60 \times 10^{-9}\ mol\ .\ L^{-1}\ .\ s^{-1} = k \times (0{,}20)^2\ mol^2\ .\ s^{-2}$

$k = 4 \times 10^{-8}\ L\ .\ mol^{-1}\ .\ s^{-1}$

03 d

Basta somar os expoentes.

04 e

Se houve um aumento de 30 °C, a velocidade é multiplicada por $2^{\frac{30}{10}} = 8$.

05 a

O aumento da temperatura aumenta a energia das moléculas dos reagentes, o que aumenta a freqüência de choques efetivos dos reagentes.

06 e

A esponja de aço tem uma superfície de contato muito maior que uma lâmina.

07 a

Comparando-se a linha 1 com a linha 2, vê-se que a $[(CH_3)_3CBr]$ dobra e que a velocidade dobra. Por outro lado, comparando-se a linha 1 e a linha 4, vê-se que a $[OH^-]$ dobra e que a velocidade não se altera. Logo, $v = k\ .\ [(CH_3)_3CBr]$.

08 e

A etapa lenta é a etapa determinante, portanto é a etapa I. Logo, $v = k.[NaClO]^2$.

09

a) Comparando-se a primeira e a segunda linhas, vemos que, com [NO] constante e $[H_2]$ reduzida à metade, a velocidade inicial se reduz à metade. Logo, primeira ordem com respeito a $[H_2]$. Comparando-se a primeira e a terceira linhas, vemos que, com $[H_2]$ constante e [NO] reduzida à metade, a velocidade inicial se reduz à quarta parte. Logo, segunda ordem com respeito a [NO]. Assim, a lei de velocidades é $v = k . [NO]^2 . [H_2]$. Ou seja, a ordem global da reação é 2 + 1 = 3 (terceira ordem).

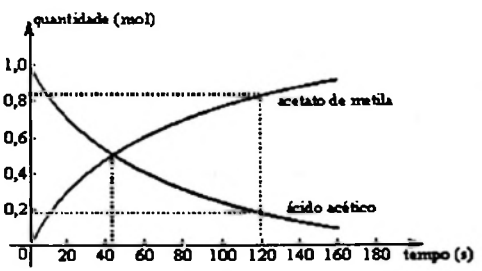
b) Escolhemos a primeira linha para os cálculos:

$$v = k \times [NO]^2 \times [H_2]$$

$$2,4 \times 10^{-6} = (2,5 \times 10^{-2})^2 \times 1,0 \times 10^{-2}$$

Resolvendo, vem $k = 3,84 \times 10^{-1}$ mol^{-2}.L^2.s^{-1}.

10 Observe as linhas adicionais feitas no gráfico (pouco preciso):



a) 0,2 mol (um pouco menos) de ácido acético e 0,8 mol (um pouco mais) de acetato de metila.

b) Pouco mais de 40 s.

11 Pelo diagrama 2, vemos que a reação catalisada é representada pela curva C, que mostra uma energia de ativação menor que a da curva D. A curva correspondente no diagrama 1 é a curva B, pois uma vez

que a energia de ativação é menor, a reação é mais rápida, apresentando uma concentração maior de produtos no mesmo tempo de reação.

12

a) Curva 3 - menor variação de concentração em função do tempo.

b) Curva 2 - final da reação num tempo menor.

13 Como a velocidade está sendo medida pelo volume de oxigênio nas reações, e a taxa de consumo de O_2 (reação II) nas primeiras 2 horas é maior do que a taxa de produção de O_2 (reação I) no mesmo intervalo de tempo. Logo, a velocidade da reação II é maior do que a velocidade da reação I,

14

Quando o propano gasoso (C_3H_8) é queimado, reage com o gás oxigênio (O_2) presente no ar de acordo com a equação a seguir:

$$C_3H_8(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 3\ CO_2(g) + 4\ H_2O(g)$$

Da equação vem que $\frac{n(O_2)}{5} = \frac{n(CO_2)}{3}$, e isto também é válido para volumes. Logo, $\frac{V(O_2)}{5} = \frac{V(CO_2)}{3}$. Calculando, tem-se que o volume de O_2 necessário à combustão é de 1200 L. Estes 1200 L de gás oxigênio são consumidos em uma hora. Os dados da questão informam a composição do ar como 21% de oxigênio:

$$V(ar) = \frac{100}{21} \times 1200\ L = 5714{,}29\ L$$

A velocidade da reação em relação ao ar (Vm(ar)) será de 5714,29 L/h.

15

a) Porque é formada ferrugem, sendo incorporadas ao ferro as massas de O_2 e H_2O.

Na formação da ferrugem, ocorre a oxidação do ferro e redução do oxigênio. A soma das duas equações leva à equação geral da formação da ferrugem:

$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+} + 2\ e^-$ (oxidação do ferro)

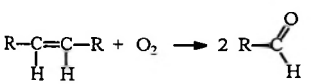
$O_2 + 2\ H_2O + 4\ e^- \rightarrow 4\ OH^-$ (redução do oxigênio)

$2\ Fe + O_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ Fe(OH)_2$ (equação geral da formação da ferrugem)

Geralmente o $Fe(OH)_2$ (hidróxido de ferro II) é oxidado a $Fe(OH)_3$ (hidróxido de ferro III), que é muitas vezes representado por $Fe_2O_3 . 3\ H_2O$. A presença de íons em contato com o ferro facilita sua oxidação, por isso em regiões litorâneas (contêm maior concentração de sais) a ferrugem aparece com maior freqüência.

b) Curva b, pois tendo a esponja de ferro maior superfície de contato, reagirá mais rapidamente, ou seja, num tempo menor.

16

a) 

b) Ao abrir a embalagem todo o antioxidante é consumido pelo oxigênio do ar. Daí em diante o oxigênio passa a reagir com o alimento iniciando o processo de deterioração. Por isso o prazo de validade diminui.

c) Na geladeira a velocidade da reação entre o oxigênio e o alimento diminui devido à temperatura baixa.

17 e

A correta tradução do enunciado conduz à resposta correta:

$v = k[A]^2$, reação de segunda ordem.

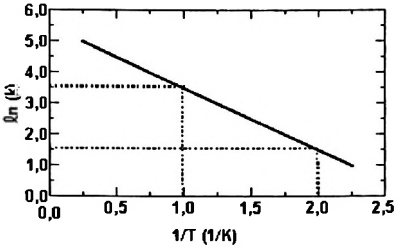
18 Em 1889, Svante Arrhenius deduziu uma equação que relaciona a temperatura com a constante de velocidade da reação:

$k = A . e^{-\frac{Ea}{RT}}$, onde:

- k constante cinética
- A constante pré-exponencial (depende, entre outros fatores, da freqüência de colisões e da área de contato);
- e base dos logaritmos decimais
- Ea energia de ativação
- R constante universal dos gases
- T temperatura em kelvins

19 c

Observando as linhas adicionais traçadas, a resposta é imediata:



20 b

A relação entre a constante de velocidade e a meia-vida é:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{\ln 2}{2{,}20 \times 10^{-5}} = 31506{,}69\,s = 8{,}75\,h$$

Como houve a decomposição de 87,5% do SO_2Cl_2, restaram 12,5%. Logo, se passaram 3 meias-vidas. O tempo decorrido é de 3 × 8,75 h = 26,26 h.

EQUILÍBRIO QUÍMICO

01 c

Analisando afirmação por afirmação sobre o equilíbrio $N_2O_4(g) \leftrightarrows 2\ NO_2(g)$:

I	Reduzir o volume, por deslocamento do pistão.	O aumento da pressão favorece a reação que diminui o número de mols de gás, deslocando o equilíbrio para a **esquerda**.	**sim**
II	Introduzir mais $NO_2(g)$ pela torneira, o pistão permanecendo fixo.	Desloca o equilíbrio para a **esquerda**.	**sim**
III	Introduzir mais $N_2O_4(g)$ pela torneira, o pistão permanecendo fixo.	Desloca o equilíbrio para a **direita**.	não
IV	Introduzir argônio pela torneira, o pistão permanecendo fixo.	Não altera as pressões parciais de $N_2O_4(g)$ e de $NO_2(g)$, logo não afeta o equilíbrio.	não

02 b

Analisando afirmação por afirmação sobre o equilíbrio $CO(g) + 2\ H_2(g) \leftrightarrows CH_3OH(g)$, com $\Delta H < 0$:

a)	aumento da quantidade de hidrogênio a volume constante.	Desloca o equilíbrio para a **direita**.	sim
b)	aumento da pressão pela introdução de argônio a volume constante.	Não altera nenhuma das pressões parciais, logo não afeta o equilíbrio.	**não**
c)	diminuição da temperatura pelo resfriamento do sistema.	A diminuição da temperatura favorece a reação exotérmica, logo desloca o equilíbrio para a **direita**.	sim
d)	aumento da pressão pela redução do volume.	O aumento da pressão favorece a reação que diminui o número de mols de gás, deslocando o equilíbrio para a **direita**.	não

e)	condensação do metanol à medida que ele se forma.	Retira $CH_3OH(g)$ do sistema, o que favorece a sua formação.	sim

03

I. Embora não seja solicitado, vamos calcular o equilíbrio:

	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	$\leftrightarrows$	2 HI(g)
início	1 mol		1 mol		0
estequiometria	x		x		2 x
equilíbrio	1 - x		1 - x		2 x

Logo, $Kc = \frac{[HI]^2}{[H_2]\times[I_2]} = \frac{(2x)^2}{(1-x)\times(1-x)} = 50$. Assim, $\frac{2x}{1-x} = \sqrt{50}$. Resolvendo, obtém-se x = 0,780 mol. Vão se formar 1,56 mol de HI. Jamais se formariam os 2 mols teóricos de HI. A afirmação é **correta**.

II. O equilíbrio é formado exclusivamente por gases. Logo é um equilíbrio homogêneo. A afirmação é falsa.

III. Sempre haverá decomposição do HI(g), para que se estabeleça o equilíbrio. A afirmação é **correta**.

04 c

Analisando opção por opção:

a)	certo	O aumento da temperatura sempre favorece o processo endotérmico.
b)	certo	Há 700 g, ou seja, $\frac{700}{119} = 5,88 \approx 6$ mols de KBr em 1000 g de água.
c)	**errado**	A região I da figura corresponde às soluções supersaturadas.
d)	certo	A região II da figura corresponde às soluções insaturadas.
e)	certo	Pontos da curva de solubilidade correspondem a soluções saturadas.

05 d

Observemos genericamente que o aumento de temperatura favorece a reação endotérmica, e que a diminuição de temperatura favorece a reação exotérmica. Assim:

dissolução do $NaNO_3$	endotérmica
dissolução do NaCl	levemente endotérmica
dissolução do $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$	endotérmica
dissolução do Na_2SO_4	levemente exotérmica
desidratação do $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$	endotérmica

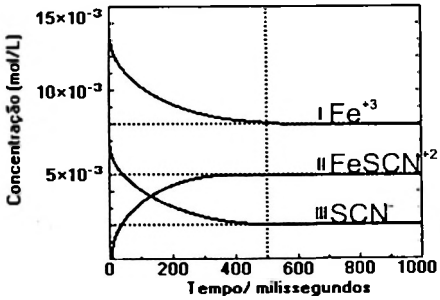
06

a) A adição de C(s) não altera o equilíbrio, pois sua concentração é constante.

b) O equilíbrio desloca-se para a direita, pois o aumento de temperatura sempre favorece a reação endotérmica.

c) A adição de catalisador não desloca equilíbrio.

07 Observe as marcações no gráfico:



a) O gráfico não é muito preciso, mas após t = 500 milissegundos as concentrações das espécies presentes não mais se alteram: o equilíbrio foi atingido.

b) $Fe^{+3}(aq) + SCN^{-}(aq) \leftrightarrows FeSCN^{+2}(aq)$

$$Kc = \frac{[FeSCN^{+2}]}{[Fe^{+3}] \times [SCN^{-}]} = \frac{5 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3}} = 312{,}50\ L/mol$$

08 b

A equação pode ser escrita:

$$4\ Ag(c) + O_2(g) \leftrightarrows 2\ Ag_2O(c) \qquad Kc = \frac{1}{[O_2]} \quad \text{ou} \quad Kp = \frac{1}{pO_2}$$

De qualquer forma, a quantidade de $Ag_2O(c)$ presente não tem nenhuma influência no equilíbrio.

09 b

Equilíbrios afetados pela alteração de volume implicando em alteração de pressão apresentam Kp com $\Delta n \neq 0$.

a) $H_2(g) + I_2(g) \leftrightarrows 2\ HI(g)$ $\qquad Kp = \dfrac{p^2HI}{pH_2 \times pI_2}$ $\qquad \Delta n = 0$

b) $CaCO_3(s) \leftrightarrows CaO(s) + CO_2(g)$ $\qquad Kp = pCO_2$ $\qquad \Delta n = 1$

c) $PbS(s) + O_2(g) \leftrightarrows Pb(s) + SO_2(g)$ $\qquad Kp = \dfrac{pSO_2}{pO_2}$ $\qquad \Delta n = 0$

d) $CH_4(g) + 2\ O_2(g) \leftrightarrows CO_2(g) + 2H_2O(g)$ $\qquad Kp = \dfrac{pCO_2 \times p^2H_2O}{pCH_4 \times p^2O_2}$ $\qquad \Delta n = 0$

e) $Fe_2O_3(s) + 3\ CO(g) \leftrightarrows 2\ Fe(s) + 3\ CO_2(g)$ $\qquad Kp = \dfrac{p^3CO_2}{p^3CO}$ $\qquad \Delta n = 0$

A diminuição do volume à metade tenderia a dobrar a pressão. Logo, se passa a reação que diminuir a pressão, diminuindo o número de mols de gás. Logo, na opção **b**, o equilíbrio se deslocaria à esquerda.

10

a) $CoCl_2(s) + 2\ H_2O(g) \leftrightarrows CoCl_2 \cdot 2\ H_2O(s)$

b) No tempo úmido, a pressão de vapor de água é alta, e desloca o equilíbrio para a direita (rosa). No tempo seco, a pressão de vapor de água é baixa, deslocando o equilíbrio para a esquerda (azul).

11

a) $Kp = \dfrac{pH_2 \times pI_2}{p^2HI}$

b) Como $\Delta n = 0$, $Kp = Kc$, e o valor numérico é independente do volume. Assim, para o cálculo de Kc, podemos usar o número de mols no lugar das concentrações. Calculando Qc:

$$Qc = \frac{n(H_2) \times n(I_2)}{n(HI)^2} = 1 > Kc$$

Logo, o equilíbrio vai se deslocar à esquerda, até que se atinja o valor de Kc. Assim sendo:

$[HI]$	$[H_2]$	$[I_2]$
aumenta	diminui	diminui

12

a) O aumento da temperatura sempre favorece a reação endotérmica, que é a formação de ozônio.

b) O aumento da pressão favorece a reação de diminui o número de mols de gás, que é a formação de ozônio.

13

a) $Kp = \frac{pN_2O_4}{p^2NO_2}$

b) Como houve diminuição da coloração castanha, o equilíbrio foi deslocado pela temperatura no sentido da reação direta, que é exotérmica. Considerando que o aumento da temperatura sempre favorece a reação endotérmica, concluímos que houve uma diminuição de temperatura, ou seja, no primeiro ambiente a temperatura era maior.

14 c

Montando o quadro de equilíbrio, temos:

	$PCl_5(g)$	$\rightleftarrows$	$PCl_3(g)$	+	$Cl_2(g)$
início	1 mol		0		0
estequiometria	x		x		x
equilíbrio	1 - x		x		x
equilíbrio	0,53 mol		0,47 mol		0,47 mol

$$Kc = \frac{\frac{0,47}{1} \times \frac{0,47}{1}}{\frac{0,53}{1}} = 0,417$$

15 ?

Vamos separar em dois efeitos o que o aumento de temperatura acarreta:

• Aumento de pressão devido ao efeito "físico" do aumento da temperatura:

Se a temperatura passa de 27 °C para 57 °C, passa de 300 K para 330 K. Ou seja, a volume constante, a pressão é multiplicada por um fator $\frac{330}{300} = 1,1$. Aí está o aumento de 10% citado nas opções da questão.

• Aumento de pressão devido ao efeito "químico" do aumento da temperatura:

Primeiramente, por Le Chatelier, o aumento de temperatura sempre favorece o sentido endotérmico, que é o sentido "à direita", uma vez que a transformação de N_2O_4 em NO_2 é feita quebrando a ligação N - N. Este sentido aumenta o número de mols, transformando 1 mol de $N_2O_4(g)$ em 2 mols de $NO_2(g)$. Mas, como há equilíbrio, a reação não pode ser completa, e o número de mols jamais irá dobrar. Justificando matematicamente através do quadro de equilíbrio:

	$N_2O_4(g)$	$\rightleftarrows$	$2\ NO_2(g)$	total de mols
início em equilíbrio	r		s	r + s
estequiometria	x		2 x	
novo equilíbrio	r - x		s + 2 x	r + s + x

Uma vez que x < r (obrigatoriamente resta $N_2O_4(g)$ no novo equilíbrio), $\frac{r+s+x}{r+s} < 2$. Ou seja, o número de mols não dobra através da perturbação do equilíbrio e, conseqüentemente, a pressão não pode duplicar. Vamos agora conjugar os dois efeitos:

	Situação 1	Situação 2
p	p_1	p_2
V	V (constante)	V (constante)
n	r + s	r + s + x
T	300 K	330 K

Clapeyron: $p \times V = n \times R \times T \Rightarrow \frac{p}{n \times T} = \frac{R}{V}$

Em nosso caso, como V é constante, $\frac{p_1}{n_1 \times T_1} = \frac{p_2}{n_2 \times T_2} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{n_2 \times T_2}{n_1 \times T_1}$.

Vimos anteriormente que $\frac{T_2}{T_1} = 1{,}1$ e $\frac{n_2}{n_1} < 2$. Logo...

$$\frac{p_2}{p_1} < 2 \times 1{,}1 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} < 2{,}2$$

Assim sendo, salvo melhor juízo, encontramos uma imperfeição numa questão do ITA... Vale a ressalva que é muito improvável que haja uma variação de Kc (para uma variação de temperatura de apenas 30 K) tão grande que multiplique o número de mols por um fator maior ou igual a $\frac{20}{11}$, ou seja, um aumento do número de mols maior ou igual a 81,82%. Mas não há dados que nos permitam afirmar isto. Seria a opção **d** a "melhor resposta"?

16

a) Como a dissolução do oxigênio é exotérmica, é favorecida pelo abaixamento da temperatura. Assim, o lago com águas mais frias terá maior concentração de oxigênio.

b) Pela ley de Henry, quanto maior a pressão parcial de um gás sobre um líquido, tanto maior será a solubilidade do gás neste líquido. Assim, o lago localizado na base dos Andes terá mais oxigênio dissolvido, pois base a pressão atmosférica é maior do que no alto, logo também será maior a pressão parcial do oxigênio.

17

a) Uma vez que a equação da reação é $W(s) + 3\ I_2(g) \leftrightarrows WI_6(g)$, podemos escrever:

$$Kc = \frac{[WI_6]}{[I_2]^3} \quad \text{ou} \quad Kp = \frac{pWI_6}{p^3 I_2}$$

b) O aumento de temperatura sempre favorece a reação endotérmica, e o equilíbrio se desloca à esquerda. Logo a equação de formação de $WI_6(g)$ é exotérmica.

18 b

Comentando opção por opção:

a) errada — O valor de Kc depende única e exclusivamente da temperatura.

b) **correta** — Mantendo-se a temperatura, Kc é uma constante.

c) errada — O valor da constante de equilíbrio não tem relação com os valores das velocidades serem grandes ou pequenos.

d) errada — A adição de água altera as concentrações de A, B e C. Logo, desloca o ponto de equilíbrio, já que $\Delta n = 0$.

e) errada — Duplicando-se a concentração de **B**, o equilíbrio se desloca para a direita mas, como a temperatura é mantida constante, o valor de Kc não se altera.

19 c

I. $Qp = \frac{p^2HOCl}{pH_2O \times pCl_2O} = \frac{10^2}{5 \times 400} = 0,05 < 0,09$ — O sistema vai se deslocar para a **direita**.

II. $Qp = \frac{p^2HOCl}{pH_2O \times pCl_2O} = \frac{10^2}{10 \times 200} = 0,05 < 0,09$ — O sistema vai se deslocar para a **direita**.

III. $Qc = \frac{[HOCl]^2}{[H_2O] \times [Cl_2O]} = \frac{0,0080^2}{1 \times 0,080} = 8,0 \times 10^{-4} < 0,09$ — O sistema vai se deslocar para a **direita**.

IV. $Qc = \frac{[HOCl]^2}{[H_2O] \times [Cl_2O]} = \frac{0,2^2}{0,5 \times 0,001} = 80 > 0,09$ — O sistema vai se deslocar para a **esquerda**.

20 e

Comentando opção por opção:

a) errada — $N_2(g)$ é pouquíssimo solúvel em água e, por conseqüência, o Kc será inferior a 1.

b) errada — $O_2(g)$ é um gás relativamente solúvel em água, tanto é assim que se usa a técnica de aerar a água de lagos de parques onde vivem peixes e a oxigenação está comprometida por excesso de detritos orgânicos, por exemplo.

c) errada — Não se pode afirmar isto, $N_2(g)$ é pouquíssimo solúvel em água.

d) errada — Quando se aumenta a concentração de soluto num líquido sua pressão de vapor diminui.

e) **certa** — Parte do CO_2 dissolvido na água será "levado" pelas bolhas que passam pela água.

Para uma dimensão das solubilidades citadas, a 25 °C e 1 atm de pressão parcial do gás sobre a água, dissolvem-se aproximadamente 14 mL de $N_2(g)$ e 28 mL de $O_2(g)$.

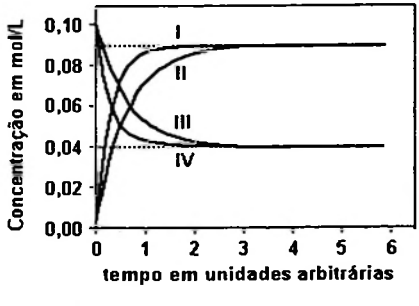
21

a) As curvas correspondentes à reação catalisada são a **I** e a **IV**, nas quais o equilíbrio é atingido em tempo menor. À reação não catalisada correspondem as curvas **II** e **III**.

As curvas correspondentes ao reagente A são a **III** e **IV**, nas quais a concentração diminui. Ao produto B correspondem as curvas **I** e **II**.

Logo, para a reação não catalisada, a concentração de **A** corresponde à curva **III** e a de **B**, à curva **II**.

b) Observe as linhas auxiliares no gráfico:



$$Kc = \frac{[B]}{[A]} = \frac{0,04}{0,09} = \frac{4}{9} \approx 0,444$$

22 d

Existem algumas "pegadinhas" nestas afirmações, vamos analisá-las.

I.	errada	O que significa "ser muito diferente" do valor unitário? 4 é um valor comum para a constante de equilíbrio, e é **muito diferente** de 1! 300% a mais parece pouco?
II.	**correta**	H^+ catalisa a esterificação e...
III.	**correta**	. . também catalisa a hidrólise do éster.
IV.	**correta**	Retirar o éster e/ou a água desloca o equilíbrio para a direita.
V.	errada	Multiplicar os coeficientes por 2 faz o valor da constante de equilíbrio ser elevado ao quadrado - o que não garante o seu aumento.

23

a) A síntese da amônia é um processo exotérmico. Observe que, para uma mesma pressão, o rendimento em amônia é maior quanto mais baixa a temperatura. Sob pressão de 200 atm, é maior que 60% na temperatura de 300 °C.

b) A 450 °C e 120 atm, a porcentagem de NH_3 na mistura é 20%, sendo produzidas 50 toneladas de amônia. A 300 °C e 100 atm, a porcentagem de NH_3 na mistura é 50%. Ou seja, o processo rende 2,5 vezes mais, mostrando que seriam produzidas:

$2{,}5 \times 50\ t = 125\ t \Rightarrow 75\ t$ a mais.

c) A curva não sinalizada com o valor de temperatura corresponde aos dados de equilíbrio para uma reação realizada em temperatura entre 300 °C e 350 °C. Lembre que a presença de um catalisador não irá alterar a porcentagem de NH_3 no equilíbrio.

24

a) Como a reação é

$$CaEDTA^{2-} + Me^{n+} = MeEDTA^{n-4} + Ca^{2+}$$

sua constante de equilíbrio é dada por

$$K = \frac{\left[MeEDTA^{n-4}\right] \times \left[Ca^{2+}\right]}{\left[CaEDTA^{2-}\right] \times \left[Me^{n+}\right]}$$

Uma reação é tanto mais completa quanto maior seu valor de K.

Lembrando que logaritmo é uma função crescente, o maior K é da reação com Fe^{3+}, cuja ordem de grandeza é 10^{25} (na verdade, $1,26 \times 10^{25}$). Logo, podemos concluir que o íon mais facilmente removido é o Fe^{3+}.

b) $CaEDTA^{2-} + Fe^{3+} = FeEDTA^{-} + Ca^{2+}$

25 É necessário ressalvar o cochilo ocorrido na redação da equação: $H_2O(aq)$ é, pelo menos, divertido.

a) $K = [H_4SiO_4]$

b) $C = M \times MM = 0,012 \times 96 = 1,15$ g/L

26 Faltam dados para a solução do problema, e tanto a massa fornecida (10,0 g de PCl_5) quanto a temperatura (500 K) não são relevantes. Observemos o quadro de equilíbrio:

	PCl_5	$\leftrightarrows$	PCl_3	+	Cl_2
início	n mols		0		0
estequiometria	$n \times \alpha$		$n \times \alpha$		$n \times \alpha$
equilíbrio	$n - n \times \alpha$		$n \times \alpha$		$n \times \alpha$

Dois detalhes: α é o grau de dissociação do PCl_5 na temperatura dada, e o número total de mols no equilíbrio é $n + n \times \alpha$. Calculamos as frações molares de cada gás:

$$\chi PCl_5 = \frac{n - n\alpha}{n + n\alpha} = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha}$$

$$\chi PCl_3 = \chi Cl_2 = \frac{n\alpha}{n + n\alpha} = \frac{\alpha}{1 + \alpha}$$

Logo, chamando de P a pressão total (1,551 atm), temos:

$$pPCl_5 = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha} \times P.$$

$$pPCl_3 = pCl_2 = \frac{\alpha}{1 + \alpha} \times P$$

Assim, a constante Kp pode ser calculada através de:

$$Kp = \frac{\frac{\alpha}{1+\alpha} \times P \times \frac{\alpha}{1+\alpha} \times P}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P} = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha^2} \times P$$

Observemos que α não é determinável em função dos dados do problema, e a eles está relacionado por:

$P \times V = n \times (1+\alpha) \times R \times T$, expressão com duas incógnitas, α e V.

27 Para finalidades de cálculo, podemos considerar que as quantidades iniciais de CO_2 e de H_2 são de $0{,}450 + \frac{0{,}500}{2} = 0{,}700$ mol. Quadro de equilíbrio:

	CO_2	+	H_2	$\rightleftarrows$	CO	+	H_2O
início	0,7		0,7		0		0
estequiometria	x		x		x		x
equilíbrio	0,7 - x		0,7 - x		x		x

$$Kc = \frac{[CO] \times [H_2O]}{[CO_2] \times [H_2]} = \frac{x \times x}{(0{,}7 - x) \times (0{,}7 - x)} = 0{,}16$$

$$\frac{x}{0{,}7 - x} = 0{,}4 \Rightarrow x = 0{,}2$$

Logo, no equilíbrio teremos 0,500 mol tanto de CO_2 como de H_2, e 0,200 mol tanto de CO como de $H_2O(v)$.

28 Para facilitar o raciocínio (trabalhando com números inteiros no quadro de equilíbrio), calcularemos K_p para o sistema

$$N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightleftarrows 2\ NH_3(g).$$

O Kp pedido na questão é $Kp' = \sqrt{Kp}$. Quadro de equilíbrio:

	N_2	+	$3\ H_2$	$\rightleftarrows$	$2\ NH_3$
início	n		3 n		0
estequiometria	x		3 x		2 x
equilíbrio	n - x		3 n - 3 x		2 x

Logo, as pressões parciais do equilíbrio, PN_2, PH_2 e PNH_3, são respectivamente proporcionais a (n - x), (3 n - 3 x) e 2 x. Logo, fazendo $PN_2 = y$, temos $PH_2 = 3\ y$. Logo:

$y + 3y + PNH_3 = P$

$$y = \frac{P - PNH_3}{4}$$

Assim, as pressões parciais do sistema se expressam:

$PN_2 = \frac{P - PNH_3}{4}$, $PH_2 = \frac{3 \times (P - PNH_3)}{4}$ e PNH_3, o que conduz a:

$$Kp = \frac{P^2NH_3}{\frac{P - PNH_3}{4} \times \left(\frac{3 \times (P - PNH_3)}{4}\right)^3} = \frac{4^4 \times P^2NH_3}{3^3 \times (P - PNH_3)^4}$$

$$Kp' = \sqrt{\frac{P^2NH_3}{\frac{P - PNH_3}{4} \times \left(\frac{3 \times (P - PNH_3)}{4}\right)^3}} = \frac{16 \times PNH_3}{3\sqrt{3} \times (P - PNH_3)^2}$$

Racionalizando, a expressão pedida é $\frac{16\sqrt{3} \times PNH_3}{9 \times (P - PNH_3)^2}$.

29 Não será possível calcular as concentrações de equilíbrio, uma vez que não foi fornecido o volume da mistura reacional. Vamos chamá-lo de V. Quadro de equilíbrio:

	ácido	+	álcool	⇆	éster	+	água
início	2 mols		2 mols		0		0
estequiometria	x		x		x		x
equilíbrio	2 - x		2 - x		x		x

$$Kc = \frac{[\text{éster}] \times [\text{água}]}{[\text{ácido}] \times [\text{álcool}]} = \frac{x \times x}{(2 - x) \times (2 - x)} = 4$$

$$\frac{x}{2 - x} = 2 \Rightarrow x = \frac{4}{3}$$

Logo, n(éster) = n(água) = $\frac{4}{3}$, e n(ácido) = n(álcool) = $\frac{2}{3}$. Assim, as concentrações pedidas são:

$$[\text{éster}] = [\text{água}] = \frac{4}{3V} \text{ e } [\text{ácido}] = [\text{álcool}] = \frac{2}{3V}.$$

30 O número de mols inicial de brometo de iodo é $\frac{8{,}28\,g}{207\,g/mol} =$ 0,04mol. Logo, a pressão inicial pode ser calculada através de:

$$p = \frac{n \times R \times T}{V} = \frac{0{,}04 \times 0{,}082 \times 500}{0{,}25} = 6{,}56 \text{ atm}$$

O quadro de equilíbrio assume o seguinte aspecto:

	$2\ IBr$	$\leftrightarrows$	I_2	+	Br_2
início	6,56 atm		0		0
estequiometria	2 x		x		x
equilíbrio	6,56 - 2 x		x		x

Mas x = 3,08 atm, logo pIBr = 6,56 - 2 x = (6,56 - 6,16) atm = 0,50 atm.

$$Kp = \frac{pI_2 \times pBr_2}{p^2IBr} = \frac{3{,}08 \times 3{,}08}{0{,}50^2} = 37{,}95$$

31 Escolha de incógnitas:

- x - número de mols de $CaCO_3$ que se decompõe na primeira reação
- y - número de mols de CO_2 que se transforma em CO na segunda reação.

Assim sendo, as respostas para o item a do problema são:

$CaCO_3$	1 - x
CaO	x
CO_2	x - y
C	1 - y
CO	2 y

Equilíbrio da primeira reação:

	$CaCO_3$	$\leftrightarrows$	CaO	+	CO_2
início	1 mol		0		1
estequiometria	x		x		x
equilíbrio	1 - x		x		x - y

$$Kc1 = [CO_2] = \frac{x - y}{V}$$

$$K1 = Kc1 \times R \times T = \frac{(x - y) \times R \times T}{V}$$

Logo:

$$x - y = \frac{K1 \times V}{R \times T}$$

Como x - y é parte da resposta, calculamos:

$$x - y = \frac{0,2 \times 22,4}{0,082 \times 1093} = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Equilíbrio da segunda reação:

	CO_2	+	C	⇆	2 CO
início	x		1 mol		0
estequiometria	y		y		2 y
equilíbrio	x - y		1 - y		2 y

$$Kc2 = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} = \frac{\left(\frac{2y}{V}\right)^2}{\frac{x - y}{V}} = \frac{4y^2}{(x - y) \times V}$$

$$K2 = Kc2 \times R \times T$$

$$K2 = \frac{4y^2}{\frac{K1 \times V}{R \times T} \times V} \times R \times T = \frac{4y^2 \times (R \times T)^2}{K1 \times V^2}$$

$$y^2 = \frac{K1 \times K2 \times V^2}{(2 \times R \times T)^2}$$

$$y = \frac{\sqrt{K1 \times K2} \times V}{2 \times R \times T}$$

Como y é parte indireta da resposta, calculamos:

$$y = \frac{\sqrt{0,2 \times 2} \times 22,4}{2 \times 0,082 \times 1093} = 7,90 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$2y = 1,58 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

$$1 - y = 9,21 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

Determinação literal de x:

$$x = (x - y) + y$$

$$x = \frac{K1 \times V}{R \times T} + \frac{\sqrt{K1 \times K2} \times V}{2 \times R \times T} = \frac{\left(2 \times K1 + \sqrt{K1 \times K2}\right) \times V}{2 \times R \times T}$$

Calculando:

$$x = \frac{\left(2 \times 0,2 + \sqrt{0,2 \times 2}\right) \times 22,4}{2 \times 0,082 \times 1093} = 1,29 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

$$1 - x = 8,71 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

Respostas do item **a**:

$CaCO_3$	0,871 mol
CaO	0,129 mol
CO_2	0,050 mol
C	0,921 mol
CO	0,158 mol

Para a resolução do item **b**, usaremos a expressão literal de x, forçando x = 1 e calculando V.

$$x = \frac{\left(2 \times K1 + \sqrt{K1 \times K2}\right) \times V}{2 \times R \times T}$$

$$V = \frac{2 \times R \times T}{2 \times K1 + \sqrt{K1 \times K2}}$$

$$V = \frac{2 \times 0,082 \times 1093}{2 \times 0,2 + \sqrt{0,2 \times 2}} = 173,62 \text{ L}$$

32 O quadro de equilíbrio geral fica assim:

	N_2O_4	$\rightleftarrows$	$2\ NO_2$
início	n mols		0
estequiometria	$x = n\alpha$		$2x = 2n\alpha$
equilíbrio	$n(1-\alpha)$		$2n\alpha$

Como o número total de mols no equilíbrio é $n(1+\alpha)$, a fração molar de N_2O_4 é $\chi N_2O_4 = \frac{1-\alpha}{1+\alpha}$ e a fração molar de NO_2 é $\chi NO_2 = \frac{2\alpha}{1+\alpha}$. Logo, as pressões parciais, chamando de P a pressão total, são $pN_2O_4 = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P$ e $pNO_2 = \frac{2\alpha}{1+\alpha} \times P$. E assim:

$$Kp = \frac{p^2NO_2}{pN_2O_4} = \frac{\left(\frac{2\alpha}{1+\alpha} \times P\right)^2}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P} = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \times P$$

O primeiro caso corresponde a $\alpha = 0{,}2$ e pressão total igual a P. Logo:

$$Kp = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \times P = \frac{4 \times 0{,}04}{0{,}96} \times P = \frac{P}{6}$$

O segundo caso corresponde a $\alpha = 0{,}1$ e pressão total igual a (P + 2,14). Logo:

$$Kp = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \times P = \frac{4 \times 0{,}01}{0{,}99} \times (P + 2{,}14) = \frac{4P + 8{,}56}{99}$$

Como os dois resultados correspondem a uma mesma temperatura, Kp é uma constante e podemos igualá-los:

$$\frac{P}{6} = \frac{4P + 8{,}56}{99} \Rightarrow P = \frac{51{,}36}{75}$$

$$Kp = \frac{P}{6} = \frac{51{,}36}{6 \times 75} = 0{,}114\,atm$$

Equilíbrio Iônico

01

1ª. afirmação: "Uma solução aquosa de cloreto de hidrogênio apresenta o número de cátions H^+ igual ao de ânions Cl^-".

Correto: $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$. Bem, correto dentro dos limites usuais. Numa solução extremamente diluída de HCl (10^{-8} mol/L, por exemplo) tal igualdade não prevalece. Você saberia explicar o motivo?

2ª. afirmação: "É eletricamente neutra".

Correto: As quantidades de $H^+(aq)$ e $Cl^-(aq)$ são iguais e se neutralizam Novamente, na situação de diluição extrema que apontamos anteriormente é outro o balanço de cargas. Novamente: você sabe explicar?

3ª. afirmação: "Não conduz a eletricidade".

Incorreto: A presença de íons livres em solução aquosa faz com que a solução seja condutora de eletricidade.

02 A presença de íons livres em solução aquosa faz com que a solução seja condutora de eletricidade.

03

a) Porque no estado líquido (fundido) surgem íons livres.

b) Porque é molecular, ou seja, uma substância formada por moléculas eletricamente neutras.

c) Porque em solução aquosa ambos liberam íons.

04 c

Pela definição de pH, temos $pH = 4 - \log 2 = 4 - 0{,}30 = 3{,}70$.

05 a

O hidróxido de bário, $Ba(OH)_2$, é base forte. Assim, uma solução 0,005 mol/L de $Ba(OH)_2$ apresenta, em termos práticos, 0,01 mol/L de de OH^-. Ou seja, pOH praticamente 2, pH praticamente 12.

Já o hidróxido de amônio ($NH_3(aq)$) é base fraca. Assim, uma solução 0,01 mol/L de amônia tem uma concentração de OH^- menor que 0,01 mol/L. Ou seja, $pOH > 2$, $pH < 12$.

06 d

O aumento da temperatura aumenta o valor de Kw, o que é totalmente esperável, uma vez que a reação de neutralização é exotérmica, e o aumento de temperatura sempre favorece a reação endotérmica. Logo, na temperatura de 60 °C, são válidas as seguintes relações:

- pH + pOH = 13;
- soluções neutras tem pH = pOH = 6,5;
- soluções ácidas têm pH < 6,5 e pOH > 6,5;
- soluções básicas têm pH > 6,5 e pOH < 6,5.

Estas relações validam as afirmações I, II, III e IV. A afirmação V se refere a uma solução de pH = 14, ou seja de pOH = −1, o que conduz a $[OH^-] = 1\,mol/L$, situação perfeitamente possível.

07 pH = 13 implica em pOH = 1, ou seja, $[OH^-] = 10^{-1} = 0{,}1\,mol/L$. Como o KOH é base forte, a solução de KOH será 0,1 mol/L. Assim, a massa de KOH necessária é:

$$0{,}1 \times 5 \times 10^{-4} \times 56\,g = 2{,}80 \times 10^{-3}\,g \ (2{,}80\,mg).$$

08

a) Temos o consumo de H_2SO_4 (ácido forte) e formação de H_2S (ácido fraco). Com isso ocorre a diminuição da concentração de $H^+(aq)$, logo aumento do pH.

b) $\Delta H = \left((-21) + (-394) + 2 \times (-286) - (-75) - (-909)\right)\,kJ/mol = -3\,kJ/mol.$

Logo, o processo é exotérmico.

09

a) A velocidade de reação é proporcional à $[H^+]$. Para concentrações iguais de ácido (0,1 mol/L), a $[H^+]$ será maior no ácido mais forte, de maior Ka: ácido clorídrico. O pH desta solução é praticamente 1.

b) Pela velocidade de diminuição da altura da água na proveta, causada pela produção de gás.

10 c

Quadro de equilíbrio:

	$HAc(aq)$	$\rightleftarrows$	$H^+(aq)$	+	$Ac^-(aq)$
início	1		0		0
estequiometria	$4,2 \times 10^{-3}$		$4,2 \times 10^{-3}$		$4,2 \times 10^{-3}$
equilíbrio	$1 - 4,2 \times 10^{-3}$		$4,2 \times 10^{-3}$		$4,2 \times 10^{-3}$.

Uma inspeção no quadro confirma as opções **a** e **b**. A opção falsa é a **c**, uma vez que a adição de NaOH na quantidade de $4,2 \times 10^{-3}$ mol neutralizaria apenas os H^+ presentes, e não os H^+ potenciais do HAc, que se ionizarão. A solução continuará ácida.

A opção **d** é correta, uma vez que vai se formar acetato de sódio, sal de reação básica devido à hidrólise do íon acetato.

A opção **e** é correta.

11 Primeiramente calculamos a molaridade da solução:

$$M = \frac{6}{1 \times 60} = 0,10 \text{ mol/L}$$

Avaliamos $\alpha = \sqrt{\frac{Ka}{M}} = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-5}}{0,1}} = 2 \times 10^{-2}$ (2%). Como é inferior a 5%, aceitamos como valor de α.

a) $[H^+] = M\alpha = 0,1 \times 2 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-3}$ mol/L

b) $pH = -\log[H^+] = 3 - \log 2 = 2,70$

c) $Ka = \frac{[H^+] \times [A^-]}{[HA]}$

d) Se o ácido fosse totalmente dissociado, $[H^+] = 0,1 \text{ mol/L}$

e) Uma solução de HCl para ter este mesmo pH, seria uma solução 0,002 mol/L. Logo seria neutralizada por um volume $\frac{0,1}{0,002} = 50$ vezes menor que esta solução de ácido monocarboxílico. É necessário o entendimento de que o pH mede a acidez "efetiva", já expressa como H^+, e não mede a acidez "potencial", ainda expressa como HA, a forma molecular do ácido (esta inexistente no caso do HCl).

12 c

Vamos considerar, como aproximação, que uma solução aquosa de HCl de pH = 6,0 tem concentração molar igual a $1,0 \times 10^{-6}$ (desprezando a contribuição da água para a $[H^+]$. Tal aproximação se justifica, uma vez que a questão pede uma aproximação. Assim, a solução obtida pela mistura terá concentração molar e $[H^+]$ igual a:

$M = [H^+] = \frac{1 \times 10^{-1} + 10 \times 10^{-6}}{11} = 9,09 \times 10^{-3}$. Isto corresponde a pH = 2,04.

13

a) $Ca(s) + 2\ H_2O(l) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2\ OH^-(aq) + H_2(g)$

b) Da equação vem que $n(Ca) = \frac{n(OH^-)}{2} \Rightarrow n(OH^-) = 2 \times \frac{0,1}{40} = 5 \times 10^{-3}$ mol.

Assim, temos:

$[OH^-] = \frac{5 \times 10^{-3}}{0,5} = 1,0 \times 10^{-2} \Rightarrow pOH = 2 \Rightarrow pH = 12$

14 a

Seria obtida uma solução aproximadamente 0,01 mol/L de HCl (na verdade $\frac{1}{101} = 9,90 \times 10^{-3}$ mol/L), cujo pH seria aproximadamente 2 (na verdade, 2,004). Ou seja, uma variação de pH de 5 unidades.

15 Uma simplificação obrigatória é considerar o volume da solução como sendo de 1 litro. Vamos testar agora a viabilidade da simplificação $Ka = M\alpha^2$. Como se deseja pH = 4, ou seja, $[OH^-] = M\alpha = 10^{-4}$, o que levaria a:

$\alpha = \frac{M\alpha^2}{M\alpha} = \frac{1,8 \times 10^{-5}}{10^{-4}} = 0,18$ (18%). Ou seja, simplificação inaceitável.

Usaremos o quadro de equilíbrio:

	$HAc(aq)$	$\rightleftarrows$	$H^+(aq)$	+	$Ac^-(aq)$
início	M		0		0
estequiometria	10^{-4}		10^{-4}		10^{-4}
equilíbrio	$M - 10^{-4}$		10^{-4}		10^{-4}

$$\text{Assim, } Ka = \frac{10^{-8}}{M - 10^{-4}} = 1{,}8 \times 10^{-5} \Rightarrow M = \frac{1{,}18 \times 10^{-8}}{1{,}8 \times 10^{-5}} = 6{,}56 \times 10^{-4} \text{ mol/L}.$$

Como a solução tem 1 litro, este é o número de mols a ser adicionado: $6{,}56 \times 10^{-4}$ mol.

16

a) Seguindo o caminho indicado pela linha tracejada, serão misturadas as seguintes soluções (na seqüência):

HCl 0,1 mol/L + NaOH 0,1 mol/L + HCl 0,1 mol/L + NaOH 0,1 mol/L + + HCl 0,1 mol/L + NaOH 0,2mol/L + HCl 0,3 mol/L + NaOH 0,4 mol/L

A quantidade de matéria do soluto em cada solução pode ser expressa por $n = M \times V$.

A quantidade de matéria total de HCl que foi misturado é $(0{,}1 + 0{,}1 + 0{,}1 + 0{,}3)\ V = 0{,}6\ V$.

A quantidade de matéria total de NaOH que foi misturado é $(0{,}1 + 0{,}1 + 0{,}2 + 0{,}4) = 0{,}8\ V$.

Como a quantidade de base (NaOH) adicionada é maior que a quantidade de ácido (HCl), a mistura resultante será básica.

b) Há um excesso pós reação de 0,2 V mols de base, e um volume final de 8 V (8 béqueres misturados). Assim, a molaridade da base restante é de $\frac{0{,}2 \times V}{8\ V} = 0{,}025 \text{ mol/L}$.

c) Seguindo o caminho indicado pela linha contínua, serão misturadas as seguintes soluções (na seqüência):

HCl 0,1 mol/L + NaOH 0,1 mol/L + HCl 0,2 mol/L + NaOH 0,2 mol/L + + HCl 0,3 mol/L + NaOH 0,3 mol/L + HCl 0,4 mol/L + NaOH 0,4 mol/L

Observando que cada solução de HCl é neutralizada pela solução de NaOH seguinte, é fácil ver que o pH da solução final será 7.

17

a) Como a aspirina é um ácido fraco, seu equilíbrio pode ser escrito como:

$$HAsp(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + Asp^-(aq)$$

No estômago, a aspirina ioniza-se muito pouco, uma vez que a alta concentração de H^+ estomacal desloca o equilíbrio para a esquerda, fazendo predominar a forma molecular da aspirina, mais facilmente absorvível.

No intestino, a aspirina ioniza-se mais, uma vez que a relativamente alta concentração de $OH^-(aq)$ intestinal desloca o equilíbrio para a direita, fazendo predominar a forma iônica da aspirina, mais difícil de absorver.

Como o p-aminofenol é uma base fraca, seu equilíbrio pode ser escrito como:

$$Amin(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows HAmin^+(aq) + OH^-(aq)$$

No intestino, o p-aminofenol (base fraca) ioniza-se muito pouco, uma vez que a relativamente alta concentração de $OH^-(aq)$ intestinal desloca o equilíbrio para a esquerda, fazendo predominar a forma molecular do p-aminofenol, mais facilmente absorvível.

No estômago, o p-aminofenol ioniza-se mais, uma vez que a alta concentração de H^+ estomacal desloca o equilíbrio para a esquerda, fazendo predominar a forma iônica do p-aminofenol, mais difícil de absorver.

Resumindo, temos:

Local de absorção	Aspirina	p-aminofenol
estômago	alta	baixa
intestino	baixa	alta

b) Como a p-hidroxiacetanilida (paracetamol) é absorvida eficientemente tanto no estômago (meio ácido) como no intestino (meio básico), essa substância não deverá se ionizar muito nos valores de pH mencionados, mantendo sua neutralidade elétrica.

18 A adição de ácidos (H^+) desloca o equilíbrio para a esquerda, mudando a cor de roxo para amarelo.

19

a) amarelo
b) azul
c) azul
d) amarelo
e) verde

20

a) Suco de limão: caráter ácido, portanto apresentará coloração amarela na presença do indicador.

b) Experimento 1: 2 mL HCl + 1 mL NaOH
Experimento 3: 2 mL HCl + 3 mL NaOH
Solução final: 4 mL HCl + 4 mL NaOH
que é neutra e, portanto, terá cor verde.

21
a) Amarela.
b) Se a água pura foi exposta ao ar por longo tempo, absorveu CO_2 - logo se acidificou, e o azul de bromotimol assume coloração amarela em meio ácido.

22 d
Vamos estimar α pela expressão $Ka = M \times \alpha^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{Ka}{M}}$.

$$\alpha = \sqrt{\frac{1,8 \times 10^{-5}}{0,1}} = 1,34 \times 10^{-2} \ (1,34\%)$$

Como $\alpha < 5\%$, aceitamos este valor, e temos:

$$[H^+] = [OAc^-] = M \times \alpha = 1,34 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

pH = 2,87
A adição de 100 mL de água dilui a solução, que passa a ser 0,05 mol/L.
Novamente estimamos α pela expressão $\alpha = \sqrt{\frac{Ka}{M}}$.

$$\alpha = \sqrt{\frac{1,8 \times 10^{-5}}{0,05}} = 1,90 \times 10^{-2} \ (1,90\%)$$

Como ainda $\alpha < 5\%$, aceitamos este valor, e temos:

$$[H^+] = [OAc^-] = M \times \alpha = 9,49 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

pH = 3,02
Para atender as perguntas da questão:

- $[OAc^-]$ **diminuiu**, de $1,34 \times 10^{-3}$ para $9,49 \times 10^{-4}$.
- $n(OAc^-)$ **aumentou**, de ($1,34 \times 10^{-3} < 0,1$ =) $1,34 \times 10^{-4}$ mol para ($9,49 \times 10^{-4} \times 0,05$ =) $1,90 \times 10^{-4}$

23

a) A adição de ânions OH^- faz diminuir a concentração de $H^+(aq)$, deslocando o equilíbrio para a direita, e aumentando a solubilização do $CO_2(g)$.

b) Aplicando $p \times R = n \times R\,T$ às situações inicial e final, e observando que a pressão em ambos os casos é igual à pressão ambiente, temos:

inicial	$90\ kPa \times 90\ mL = (nCO_2 + nHe) \times R \times T$
final	$90\ kPa \times 50\ mL = nHe \times R \times T$

Dividindo-se membro a membro, temos:

$$\frac{nHe}{nCO_2 + nHe} = \chi He = \frac{50}{90} = \frac{5}{9} \Rightarrow \chi CO_2 = \frac{4}{9}$$

$$pCO_2 = \chi CO_2 \times p_{ambiente} = \frac{4}{9} \times 90\ kPa = 40\ kPa$$

24 c

Usando a fórmula exata:

$$Ka = \frac{M \times \alpha^2}{1-\alpha} = \frac{0{,}1 \times \left(3{,}7 \times 10^{-2}\right)^2}{1 - 3{,}7 \times 10^{-2}} = 1{,}42 \times 10^{-4}$$

Usando a fórmula aproximada:

$$Ka = M \times \alpha^2 = 0{,}1 \times \left(3{,}7 \times 10^{-2}\right)^2 = 1{,}37 \times 10^{-4}$$

A diferença não é muito grande.

25 e

Observe que C é o que usualmente chamamos de **M**, e que α é o que usualmente chamamos de α (!?).

Analisando opção por opção:

a) certa $p(HA)$ é proporcional a $[HA] = M \times (1-\alpha)$.

b) certa Condutividade elétrica é proporcional a $[\text{íons}] = 2 \times M \times \alpha$.

c) certa ΔT_C é proporcional a $[\text{total}] = M \times (1+\alpha)$.

d) certa — Se usarmos a fórmula simplificada de Ka, vemos que $M \times \alpha = \sqrt{Ka \times M}$. Esta expressão, apesar de ser uma aproximação, nos dá uma idéia bastante boa da relação entre $M \times \alpha$ e M.

e) **errada** $[H^+] = [A^-] = M \times \alpha$

26 b

A pressão osmótica do ácido fraco HX é:

$\pi = M \times R \times T \times i$, onde $i = (1 + \alpha)$. Assim, $\pi = 0{,}15 \times R \times T \times (1 + \alpha)$.

A pressão osmótica da glicose é:

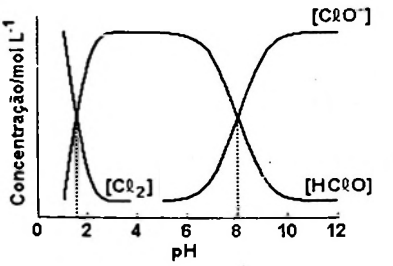
$\pi = M \times R \times T$. Assim, $\pi = 0{,}20 \times R \times T$.

Como as soluções são isotônicas, $\pi = 0{,}15 \times (1 + \alpha) = 0{,}20$. Assim, $\alpha = \frac{1}{3}$.

Cabe a observação que $\alpha = 33{,}33\%$ não corresponde a um ácido fraco, e sim a um ácido moderado.

27

a) Não é correto atribuir ao $Cl_2(aq)$ ação bactericida na água potável. $Cl_2(g)$ só é a espécie mais abundante até pH ≈ 1,8, e em tais condições de acidez a água não é potável. Os responsáveis pela ação bactericida na água potável são as espécies HClO e ClO^-, razoavelmente abundantes em pH ≈ 8, correspondente à água potável.



b) $Ka = \frac{[H^+] \times [ClO^-]}{[HClO]}$

c) Não há valores numéricos para concentrações. Mas é fácil ver que $[ClO^-] = [HClO]$ em pH = 8. Assim, estas duas concentrações "se cancelam", restando $Ka = [H^+]$, cujo valor é 10^{-8}. Assim:
$Ka = 10^{-8}$.

28 a

O cloreto de amônio é um sal de reação ácida, devido à hidrólise do cátion amônio:

$$NH_4^+(aq) \rightarrow NH_3(aq) + H^+(aq)$$

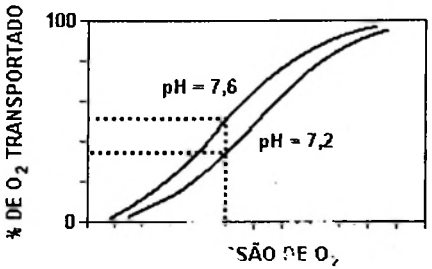
Assim, predominarão os íons H^+.

29 c

I.	certa	HCl é um ácido forte.
II.	**errada**	ácido acético é um ácido fraco.
III.	**errada**	considerando (como de hábito) que NH_4OH é uma maneira curiosa de expressar $NH_3(aq)$, que é uma base fraca.
IV.	**errada**	soluções são misturadas e a molaridade aumenta!?
V.	certa	forma-se NH_4Cl, que é um sal de reação ácida, devido à hidrólise do íon amônio.

30

a) Analisando o gráfico, verificamos que, para uma mesma pressão de O_2, a porcentagem de O_2 transportado será maior em pH = 7,6 do que em pH = 7,2.



b) O NH_4Cl é um sal de reação ácida, devido à hidrólise do cátion amônio:

$$NH_4^+(aq) \rightarrow NH_3(aq) + H^+(aq)$$

Há liberação de $H^+(aq)$, o que causará o aumento da acidez. Esse recurso será usado na alcalose para diminuir a basicidade do sangue.

31

a) Em meio básico (pH = 8), a presença de $OH^-(aq)$ em concentração razoável desloca o equilíbrio para a direita, precipitando $Fe(OH)_3$.

b) Se as águas do rio forem ácidas (pH < 7), a presença de $H^+(aq)$ em concentração razoável desloca o equilíbrio para a esquerda, solubilizando o Fe^{3+}.

32 Vamos escrever todas as reações e suas constantes citadas no texto:

$$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \leftrightarrows CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \quad Kb1 = 5,6 \times 10^{-10}$$

$$CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \leftrightarrows HCO_3^-(aq) + OH^-(aq) \quad Kb2 = 5,6 \times 10^{-4}$$

$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \leftrightarrows H_2CO_3(aq) + OH^-(aq) \quad Kb3 = 2,4 \times 10^{-8}$$

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \leftrightarrows NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \quad Kb4 = 1,8 \times 10^{-5}$$

a) A formação de amônia a partir do cátion amônio é, em termos práticos, a reação inversa da dissolução da amônia em água:

$$NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \leftrightarrows NH_3(aq) + H_2O(l)$$

b) A reação do cátion amônio com cada base e respectivo K é:

acetato: $NH_4^+(aq) + CH_3COO^-(aq) \leftrightarrows CH_3COOH(aq) + NH_3(aq)$ $\quad K = \frac{Kb1}{Kb4} = \frac{5,6 \times 10^{-10}}{1,8 \times 10^{-5}} = 3,11 \times 10^{-5}$

carbonato: $NH_4^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \leftrightarrows HCO_3^-(aq) + NH_3(aq)$ $\quad K = \frac{Kb2}{Kb4} = \frac{5,6 \times 10^{-4}}{1,8 \times 10^{-5}} = 31,11$

bicarbonato: $NH_4^+(aq) + HCO_3^-(aq) \leftrightarrows H_2CO_3(aq) + NH_3(aq)$ $\quad K = \frac{Kb3}{Kb4} = \frac{2,4 \times 10^{-8}}{1,8 \times 10^{-5}} = 1,33 \times 10^{-3}$

Assim, a reação que mais fortemente liberará NH_3 será a do tubo 2, o que contém carbonato.

c) O pH da solução de cloreto de amônio é menor que 7, devido à hidrólise do cátion amônio:

$$NH_4^+(aq) \leftrightarrows NH_3(aq) + H^+(aq)$$

33 O produto de solubilidade do cloreto de prata, AgCl, é dado por M^2, onde M é a molaridade da solução saturada. Assim:

$$M^2 = 1{,}80 \times 10^{-10} \Rightarrow M = \sqrt{1{,}80 \times 10^{-10}} = 1{,}34 \times 10^{-5}\ \text{mol/L}.$$

34 a

O produto de solubilidade do hidróxido de magnésio, $Mg(OH)_2$, é dado por $4 \times M^3$, onde M é a molaridade da solução saturada. Assim:

$$4 \times M^3 = 4{,}6 \times 10^{-24} \Rightarrow M = \sqrt[3]{\frac{4{,}6 \times 10^{-24}}{4}}$$

Como há 1,0 litro de água, dissolver-se-iam $\sqrt[3]{\frac{4{,}6 \times 10^{-24}}{4}}$ mol, como aponta a opção **a**. Em gramas, iriam se solubilizar $\sqrt[3]{\frac{4{,}6 \times 10^{-24}}{4}} \times 58{,}3\text{g}$.

35 b

A questão é bastante antiga – assim se explica a referência à normalidade na opção **e**. Como a discussão das outras opções é bastante interessante, incluímos a questão no livro.

a)	verdadeira	A parte (pequena) do hidróxido que se dissolve o faz iônicamente.
b)	**falsa**	Como dito acima, não há dissolução molecular de um hidróxido.
c)	verdadeira	KOH é muito solúvel.
d)	verdadeira	KOH é base forte, $Cu(OH)_2$ e $Ni(OH)_2$ são bases fracas devido à pequena solubilidade.
e)	verdadeira	A grande diluição em proporção M : M/2 : M/2 levaria a idênticas concentrações de OH^-.

36 O exercício tem um problema – a situação descrita é, a rigor, impossível, uma vez que na primeira gota já ocorre precipitação! Vamos considerar que a adição de uma gota (0,05 mL, já que 20 gotas correspondem a 1 mL) não altera substancialmente o volume da solução de $Pb(NO_3)_2$. Assim teremos, após a adição da primeira gota:

$$\begin{cases} [Pb^{2+}] = 0{,}1\,mol/L \\ [SO_4^{2-}] = \dfrac{0{,}05 \times 0{,}020}{100} = 1{,}0 \times 10^{-5}\ mol/L \\ [CrO_4^{2-}] = \dfrac{0{,}05 \times 0{,}030}{100} = 1{,}5 \times 10^{-5}\ mol/L \end{cases}$$

Neste instante:

$$\begin{cases} [Pb^{2+}] \times [SO_4^{2-}] = 0{,}1 \times 1{,}0 \times 10^{-5} = 1{,}0 \times 10^{-6} > 2{,}0 \times 10^{-8} \\ [Pb^{2+}] \times [CrO_4^{2-}] = 0{,}1 \times 1{,}5 \times 10^{-5} = 1{,}5 \times 10^{-6} > 3{,}2 \times 10^{-14} \end{cases}$$

Como vimos, já haverá a precipitação de ambos os sólidos. Se continuar a adição dos íons sulfato e cromato na proporção de 2 : 3, continuará a precipitação dos sais, nesta proporção:

$$\frac{n(PbSO_4)}{n(PbCrO_4)} = \frac{2}{3}.$$

37

a) Numa solução saturada de $BaSO_4$, temos que $Kps = M^2$, logo:

$$M = \sqrt{Kps} = \sqrt{1{,}6 \times 10^{-9}} = 4{,}0 \times 10^{-5} \Rightarrow [Ba^{2+}] = 4{,}0 \times 10^{-5}\ mol/L.$$

b) Uma grande concentração de sulfato devida ao K_2SO_4 diminui muito a concentração de íons $Ba^{2+}(aq)$. É costume chamar-se este fato de "efeito do íon comum". Diminui-se assim o risco à saúde.

38

a) Numa solução saturada de HgS teremos que $Kps = M^2$, logo:

$$M = \sqrt{Kps} = \sqrt{9 \times 10^{-52}} = 3{,}0 \times 10^{-26} \Rightarrow [Hg^{2+}] = 3{,}0 \times 10^{-26}\ mol/dm^3.$$

Podemos esquematizar no estilo "regra de 3":

1 dm^3	–	3×10^{-26} mol $\times$ 6×10^{23} íons / mol
V	–	1 íon

$$V = \frac{1}{18 \times 10^{-3}} = 55{,}56\ dm^3$$

b) Como estabelecido no item anterior, a solubilidade do sal é $3{,}0 \times 10^{-26}$ mol/dm^3. Ainda no estilo "regra de 3":

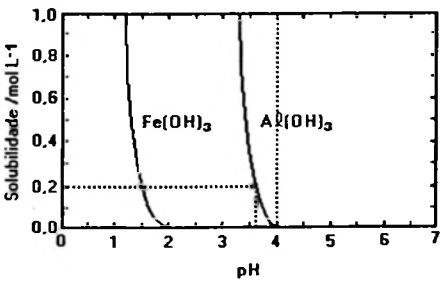
$3{,}0 \times 10^{-26}$ mol	–	1 dm^3
1 mol	–	V

$$V = \frac{1}{3 \times 10^{-26}} = 3{,}33 \times 10^{25}\ dm^3$$

Assim, o volume de água na Terra, aproximadamente $1{,}4 \times 10^{21}$ dm^3, não é suficiente para dissolver 1 mol de HgS.

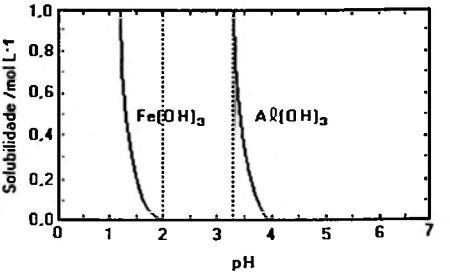
39

a) Observe o gráfico com algumas linhas auxiliares.



Num pH > 4 todo o $Al(OH)_3(s)$ está precipitado. Para existir uma solução com $[Al^{3+}] = 0{,}2$ mol/L, o pH é aproximadamente igual a 3,6. Logo, num pH > 3 ,6, ocorrerá precipitação de $Al(OH)_3(s)$.

b) Novamente, observe o gráfico com algumas linhas auxiliares:



Em valores de pH entre 2,0 e 3,2 aproximadamente, todo o $Fe(OH)_3(s)$ está precipitado. O gráfico mostra que nesse intervalo ainda não se iniciou a precipitação do $Al(OH)_3(s)$.

c) A água pura tem pH = 7, e o gráfico mostra que nesse pH ambos os hidróxidos estão precipitados. Portanto, não haverá solubilização do 0,2 mol de $Fe(OH)_3$, nem de 0,2 mol de $Al(OH)_3$.

40 e

Analisamos afirmação por afirmação:

I. errada $\left[Pb^{2+}\right] = \frac{\left[I^-\right]}{2}$

II. **correta** A diminuição da temperatura favorece a reação exotérmica que, no caso, é a precipitação.

III. errada A solução já é saturada.

IV. **correta** Como KI é solúvel, a $\left[I^-\right]$ aumentará, ao passo que a $\left[Pb^{2+}\right]$ diminuirá, pelo efeito do íon comum.

41 c

Primeiramente, vamos apontar que a concentração de $Ca^{2+}(aq)$ na solução saturada é:

$$\sqrt{2,4 \times 10^{-5}} = 4,90 \times 10^{-3}\ mol/L$$

Concentrações iniciais dos íons no copo:

Como o cloreto de cálcio é solúvel, teremos $\left[Ca^{2+}\right] = 3 \times 10^{-3}\ mol/L$ e $\left[Cl^-\right] = 6 \times 10^{-3}$.

Após a completa mistura dos 10 mL da solução de sulfato de cálcio, as concentrações serão:

$$\begin{cases} [Ca^{2+}] = \dfrac{10 \times 3 \times 10^{-3} + 10 \times 3 \times 10^{-3}}{20} = 3 \times 10^{-3} \\ [Cl^{-}] = \dfrac{10 \times 6 \times 10^{-3}}{20} = 3 \times 10^{-3} \\ [SO_4^{2-}] = \dfrac{10 \times 3 \times 10^{-3}}{20} = 1{,}5 \times 10^{-3} \end{cases}$$

Como $[Ca^{2+}] \times [SO_4^{2-}] = 3 \times 10^{-3} \times 1{,}5 \times 10^{-3} = 4{,}5 \times 10^{-6} < Kps\ (2{,}4 \times 10^{-5})$, não haverá precipitação de $CaSO_4$.

Resumindo:

a) errado — A quantidade (mol) dos íons $Ca^{2+}(aq)$ **aumentará**, já que ambas as soluções contêm Ca^{2+}.

b) errado — A concentração, em mol/L, dos íons $SO_4^{2-}(aq)$ **aumentará** de 0 até $1{,}5 \times 10^{-3}$ mol/L.

c) **correto** — Como calculado acima.

d) errado — A quantidade (mol) dos íons $SO_4^{2-}(aq)$ **aumentará**.

e) errado — Como calculado acima.

42 c

Inicialmente temos o equilíbrio $Pb(SCN)_2(c) \rightleftarrows Pb^{2+}(aq) + 2\ SCN^{-}(aq)$. Analisando opção por opção:

a) errada — O acréscimo de $Pb^{2+}(aq)$ através do $Pb(NO_3)_2$, que é solúvel, aumenta (muito) a $[Pb^{2+}]$.

b) errada — O acréscimo de $Pb^{2+}(aq)$ através do $Pb(NO_3)_2$, que é solúvel, desloca o equilíbrio para a esquerda, diminuindo a $[SCN^{-}]$.

c) **correta** — Como a solução já era saturada, as $[Pb^{2+}]$ e de $[SCN^{-}]$ vão se manter constantes.

d) errada — Ocorre exatamente o inverso, veja a opção **c**.

e) errada — As $[Pb^{2+}]$ e de $[SCN^{-}]$ vão se manter constantes.

43

a) Como a proporção cátion : ânion em todos os sais é de 1 : 1, aquele que apresentar o menor produto de solubilidade será o menos solúvel e, portanto, o mais indicado para a precipitação do Pb^{2+}. O sal de menor produto de solubilidade é o PbS. Logo, a fórmula do ânion mais indicado para retirar o Pb^{2+} é o sulfeto: (S^{2-}).

b) Se transformamos o efluente numa solução saturada de PbS (naturalmente com corpo de fundo), teremos $Kps = M^2$. Logo:

$$M = \left[Pb^{2+}\right] = \sqrt{Kps} = \sqrt{4 \times 10^{-28}} = 2 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$$

44

a) De maneira geral, a pressão parcial do CO_2 no sangue venoso é maior que a do sangue arterial, isto é, a concentração molar de CO_2 dissolvido é maior. Logo, o sangue venoso deve apresentar um caráter ácido mais acentuado, ou seja, um menor pH:

$$CO_2(aq) + H_2O(l) \leftrightarrows HCO_3^-(aq) + H^+(aq)$$

b) 18 g de pão equivaleriam, na simplificação sugerida, a 0,1 mol de glicose, e gerariam 0,6 mol de $CO_2(g)$.

Em volume, 0,6 × 24 L = 14,4 L = 14400 mL. Assim, em termos de tempo:

$$V = \frac{14400 \text{ mL}}{200 \text{ mL/min}} = 72 \text{ min}$$

45 Os equilíbrios de ionização do ácido fosfórico são (em cascata):

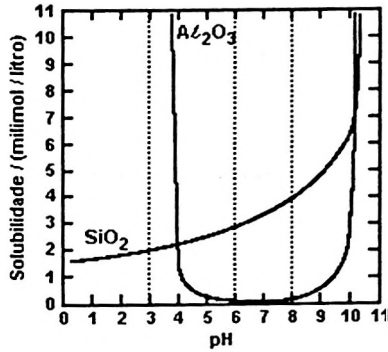
$$H_3PO_4(aq) \leftrightarrows H^+(aq) + H_2PO_4^-(aq)$$
$$H_2PO_4^-(aq) \leftrightarrows H^+(aq) + HPO_4^{2-}(aq)$$
$$HPO_4^{2-}(aq) \leftrightarrows H^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$$

A precipitação do fosfato de cálcio se dá por $3\ Ca^{2+}(aq) + 2\ PO_4^{3-}(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$.

a) No intestino, meio razoavelmente básico, todos os equilíbrios do ácido fosfórico estarão deslocados para a direita, aumentando a concentração de fosfato e, conseqüentemente, favorecendo a precipitação.

b) Como visto acima, $3\ Ca^{2+}(aq) + 2\ PO_4^{3-}(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$.

46 Observe o gráfico com as marcações adicionais:



a) Em pH = 3, Al_2O_3 é a espécie mais solúvel. Observe que o gráfico mostra muito bem o comportamento anfótero do Al_2O_3, que se solubiliza bem em pH baixo **e** em pH alto.

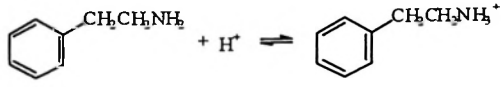
b) Em pH = **8**, SiO_2 é a espécie mais solúvel.

c) $6 \leq pH \leq 8$. Observe que, nesta faixa de pH, Al_2O_3 é praticamente insolúvel.

d) A solubilização do SiO_2 é preferencial em meio básico, mostrando que a forma solubilizada dr SiO_2 apresenta propriedades ácidas.

47

a) No meio ácido do estômago, ocorrerá o equilíbrio:



b) A forma molecular da 2-feniletilamina é menos solúvel que a forma iônica (2-feniletilamônio) é menos solúvel, devido à polaridade. Assim, a solubilidade será maior em meio ácido, por deslocar o equilíbrio para a direita.

48 b

Temos 0,05 × 5 = 0,25 mmol de HCl reagindo com 0,05 × 5 = 0,025 mmol de NaOH. Vê-se que a solução obtida é neutra, logo $[H^+] = 1{,}0 \times 10^{-7}$ mol/L a 25 °C.

49 d

Uma boa maneira de se pensar neste tipo de questão é analisar a "diluição infinita" de uma solução de um ácido fraco.

Entre I e II , II é correta. O número de íons aumenta: em diluição infinita não restam moléculas.

Entre III e IV, III é correta. A condutividade elétrica depende da concentração de íons, e esta tende a 0 em diluição infinita.

Entre V e VI, V é correta. A concentração de íons tende a 0 em diluição infinita.

50 A adição de água de barita precipita $BaSO_4$, ou seja, diminui a quantidade de íons livres, o que ocasiona uma diminuição na condutividade elétrica da solução de H_2SO_4 e, portanto, diminuição da luminosidade até atingir um valor próximo à zero, devido à pequena solubilidade do $BaSO_4$. A partir daí a condutividade e a luminosidade aumentam, devido ao aumento da concentração de Ba^{2+} e OH^-.

51 a

Item por item:

I. correta $K_c \approx 10^{-36}$

II. correta O par ácido-base conjugado é $HNO_2 \times NO_2^-$.

III. correta O par ácido-base conjugado é $HNO_2 \times NO_2^-$.

IV. correta $K_c \ 10^{-10} < K_c \approx 10^{-4}$

V. correta $K_c \approx 10^{-10} / 10\text{-}4 \approx 10^{-6}$

52

a) Provavelmente o casal Estrondosa - Rango se identificou com o grupo A de pessoas, que apresenta o pH bucal mais ácido, e conseqüentemente mais sensível ao ataque do esmalte. Passaram a usar então um creme dental com Na_2CO_3, de propriedades básicas.

b) É comum o uso de $NaHCO_3$ e de $Mg(OH)_2$, que também conferem propriedades básicas ao creme dental.

53

a) Hidróxido de cálcio, cal hidratada, cal extinta, cal apagada.

b) Como o hidróxido de cálcio é básico, uma solução aquosa de $Ca(OH)_2$ deve apresentar pH entre 7 e 14.

c) $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

ELETROQUÍMICA

01 e

Na opção e, Cr se reduz de +6 a +3, e O se oxida de -2 a 0. Observe que apenas uma parte dos O se oxida. O que será que o examinador quis dizer com óxidos de cromo?

02 e

a) certa — A reação entre Na e Br_2 produz NaBr, um sólido iônico.

b) certa — NaH é o hidreto de sódio, iônico: cátion Na^+ e ânion H^-.

c) certa — A substância bromo apresenta molécula Br_2, covalente apolar, e é um oxidante reativamente forte ($Br_2(aq) + 2\ e^- \rightarrow 2\ Br^-$; $E_0 = +1{,}087$ V).

d) certa — Na_2O e Na_2O_2 reagem com a água, formando soluções onde NaOH está presente.

e) **errada** — Nos grupos da tabela, normalmente o primeiro elemento é o mais "diferente" do grupo.

03 c

O principal sintoma de que é uma reação é de redox é a presença de substância simples. Neste exercício, este critério é suficiente.

04 d

$$\begin{array}{rcl} 6\ H^+ + 6\ e^- + BrO_3^- & \rightarrow & Br^- + 3\ H_2O \\ 2\ I^- & \rightarrow & I_2 + 2\ e^- \quad \times 3 \\ \hline BrO_3^- + 6\ I^- + 6\ H^+ & \rightarrow & Br^- + 3\ I_2 + 3\ H_2O \end{array}$$

05 e

Analisando opção por opção:

a) certa — $Na_2S(aq)$ é básico devido à hidrólise do íon sulfeto: $S^{2-} + H_2O \leftrightarrows HS^- + OH^-$. No KI nem K^+ nem I^- sofrem hidrólise.

b) certa — $KI(aq)$ é incolor, $Cu(NO_3)_2(aq)$ é azul devido à presença de $Cu^{2+}(aq)$.

c) certa — $Cl_2(aq) + 2\ KI(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2\ KCl(aq)$

d) certa — $Cl_2(aq)$ apresenta uma certa condutividade devido a $Cl_2(aq) + H_2O(l) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq) + HClO(aq)$. A condutividade da solução de $BaSO_4$ será muito baixa, uma vez que $BaSO_4$ é praticamente insolúvel: $2{,}85 \times 10^{-4}$ g / 100g (30 °C).

e) **errada** — $Na_2S + BaSO_4$ nada ocorre. Vale lembrar que os sulfetos alcalino-terrosos decompõem em água: $2\ BaS + 2\ H_2O \rightarrow Ba(HS)_2 + Ba(OH)_2$

06 a

$Cl_2(aq) + 2\ Br^-(aq) \rightarrow Cl^-(aq) + Br_2(aq)$

07 b

O elemento níquel se oxida, de 0 a +2; logo Ni(c) é o agente redutor. O elemento cobre se reduz, de +2 a 0; logo $Cu^{2+}(aq)$ é o agente oxidante.

08 e

Primeiramente vamos balancear a equação:

$$\begin{array}{rcll} 2\ H^+ + 2\ e^- + H_2O_2 & \rightarrow & 2\ H_2O & \\ Fe^{2+} & \rightarrow & Fe^{3+} + e^- & \times 2 \\ \hline H_2O_2 + 2\ Fe^{2+} + 2\ H^+ & \rightarrow & 2\ Fe^{3+} + 2\ H_2O & \end{array}$$

Analisando a partir da equação balanceada, temos:

a) errada — Em H_2O_2, o NOx do O é -2.

b) errada — a = 2; b = 2; c = 2; d = 2.

c) errada — H_2O_2 é o oxidante porque retirou elétron do Fe^{2+}.

d) errada — H^+ não é oxidante nem redutor.

e) **certa** — Todas as afirmações anteriores estão erradas.

09 e

Sem levar em conta o NOx do metal M quando oxidado, a equação pode ser escrita de maneira genérica:

$M + CuSO_4 \rightarrow MSO_4 + Cu$. Analisando opção por opção:

a) errada O cátion Cu^{2+} oxida o metal M.

b) errada Cobre metálico é produto, logo nem oxidante nem redutor.

c) errada Os pares de oxirredução são M e M^+, e Cu^{2+} e Cu.

d) errada Cu é metal mais nobre do que M.

e) certa Cu^{2+} é oxidante frente a M.

10

a) $8\ HNO_3 + 3\ CuS \rightarrow 3\ Cu(NO_3)_2 + 2\ NO + 3\ S + 4\ H_2O$

b) $2\ Mn(NO_3)_2 + 6\ HNO_3 + 5\ PbO_2 \rightarrow 2\ HMnO_4 + 5\ Pb(NO_3)_2 + 2\ H_2O$

11

a) $K = \dfrac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2}$

b) Como a constante de quilíbrio é muito grande, a reação é "quase completa". Haverá dissolução do Cu(s) em $Cu^{2+}(aq)$, com o surgimento da coloração azul característica, e precipitação de Ag(s).

12

a) A reação II é de óxido-redução, uma vez que Cl^0 do Cl_2 passa para +1 no HClO (se oxida) e para -1 no íon Cl^- (se reduz).

b) A adição de íon OH^- à água consumirá os $H^+(aq)$ presentes, deslocando o equilíbrio para a direita, aumentando (muito) a solubilidade do $Cl_2(g)$.

13 c

O cobre se oxida de Cu0 a Cu^{2+}, enquanto o Fe se reduz de Fe^{3+} a Fe^{2+}. A segunda informação é decisiva para a percepção de que não se forma Fe(c).

14

a) $2\ Br^-(aq) + Cl_2(g) \rightarrow Br_2(g) + 2\ Cl^-(aq)$

b) O agente oxidante é o Cl_2, uma vez que o Cl se reduz de Cl^0 a Cl^-. O agente redutor é o Br^-, uma vez que o Br se oxida de Br^- a Br^0.

15

a) $2\ Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2\ MgO(s)$

Magnésio é o redutor, pois se oxida de Mg^0 a Mg^{2+}.

b) A pergunta admite duas interpretações... Uma delas é dizer que **não**, pois se trata de um sistema fechado. Outra é dizer que **sim**, uma vez que átomo de Mg e átomos de O se transformaram em cátions Mg^{2+} e ânions O^{2-}. O que você responderia?

16

I. $6\ KClO_3 + 3\ H_2SO_4 \rightarrow 2\ HClO_4 + 4\ ClO_2 + 3\ K_2SO_4 + 2\ H_2O$

Nesta reação de auto-redox ou desproporcionação, o $KClO_3$ é tanto agente oxidante quanto agente redutor.

II. $2\ KMnO_4 + 16\ HCl \rightarrow 2\ KCl + 2\ MnCl_2 + 8\ H_2O + 5\ Cl_2$

O agente redutor é o HCl, e o agente oxidante é o $KMnO_4$.

17 Equação da reação:

$$3\ SO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

O balanceamento é feito pelo método de óxido-redução. O princípio é igualar os elétrons ganhos e perdidos na reação.

18 b

Como sempre, a melhor pista para encontrar reações de óxido-redução é procurar por substâncias simples.

19 d

A decomposição do peróxido de hidrogênio é um processo de auto-redox ou desproporcionação. Metade dos átomos de oxigênio se reduzem de O^{-1} a O^{-2} (e o peróxido de hidrogênio se reduz a água), metade dos átomos de oxigênio se oxidam de O^{-1} a O^0 (e o peróxido de hidrogênio se oxida a O_2).

Como este processo é espontâneo, a variação da energia livre de Gibbs é negativa ($\Delta G < 0$).

20 O processo completo pode ser assim esquematizado:

Escurecimento da lente:	$2\,Ag^+ + 2\,Cl^- \rightarrow 2\,\underbrace{Ag^0}_{\text{negro}} + 2\,Cl^0$
Regeneração dos íons cloreto:	$Cu^+ + Cl^0 \rightarrow Cu^{2+} + Cl^-$
Clareamento da lente:	$Cu^{2+} + \underbrace{Ag^0}_{\text{negro}} \rightarrow Cu^+ + Ag^+$

Assim, respondendo:

a) $2\,Ag^+ + 2\,Cl^- \rightarrow 2\,\underbrace{Ag^0}_{\text{negro}} + 2\,Cl^0$

b) Ag^0

c) Na reação de clareamento, o agente oxidante é o íon Cu^{2+}, que se reduz a Cu^+.

21 e

A reação que ocorre é:

$$Ni(c) + CuSO_4(aq) \rightarrow NiSO_4(aq) + Cu(c)$$

ou, em forma iônica:

$$Ni(c) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + Cu(c).$$

Analisando opção por opção:

a) correta A mistura vai passando do azul característico do $Cu^{2+}(aq)$ para o verde do $Ni^{2+}(aq)$.

b) correta Basta ver a equação iônica.

c) correta Basta ver a equação iônica.

d) correta $n(Ni(c)) = n(Cu^{2+}(aq)) = n(Ni^{2+}(aq)) = n(Cu(c))$

e) **errada** Nada há na reação que afete o pH.

22

a)
$Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + e^-$ oxidação

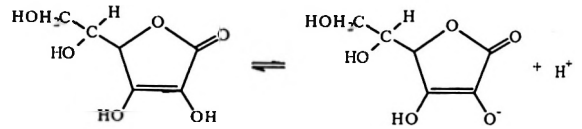
$2\,H^+(aq) + NO_2^-(aq) + e^- \rightarrow NO(aq) + H_2O(l)$ redução

b) $Fe(NO)^{2+}$

23

a) Sim, a reação é de oxidorredução. Como sempre, a melhor pista para uma reação redox é a presença de uma substância simples, e lá está ela, o I_2.

b) A hidroxila ligada a carbono de dupla apresenta caráter ácido. Uma dissociação iônica do ácido ascórbico pode ser:



24

a) O decaimento (de −3 a 0), a fixação II (de 0 a +5) e a nitrificação (de −3 a +5) são processos oxidativos.

b) No radical NO_3^- o nitrogênio apresenta número de oxidação +5.

c) O número aproximado de mols de átomos de nitrogênio é $2 \times 2{,}80 \times 10^{20} = 5{,}60 \times 10^{20}$.

25

a) Esse processo denomina-se extração (seria aceitável também a resposta dissolução fracionada). A água aquecida extrai do pó das sementes de urucum a substância responsável pela coloração vermelha.

b) Primeiro: a solubilidade do corante em água quente é maior que em água fria. Segundo: o aumento da temperatura aumenta a velocidade do processo de extração.

c) Sim. A reação entre o suco de jenipapo ivá (incolor) e o ar forma um composto de coloração preta, provavelmente devido a uma reação de oxidação.

Urucu (tupi transliterado uru-ku = "vermelho"), ou **urucum**, é o fruto do urucuzeiro, arvoreta da família das bixáceas (Bixa orellana), que chega a atingir até 6 metros de altura, nativa na América tropical. Possui grandes folhas de cor verde-claro e flores rosadas com muitos estames. Os frutos são cápsulas armadas por espinhos maleáveis,

que se tornam vermelhas (donde o nome) quando maduras. Então se abrem e revelam pequenas sementes dispostas em série, 30 a 50 por fruto, envoltas em arilo também vermelho.
As sementes do urucu possuem dois tipos de pigmentos:
· a bixina, de cor vermelha e solúvel em óleo;
· a orelhena, de cor amarela e solúvel em água.

Wikipédia

Nota do autor: O corante colorau, bastante utilizado em nossa culinária, é preparado a base de sementes do urucu em pó, puras ou misturadas a outras.

26 b

A equação da reação anódica é $2\ H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^-$. A equação nos mostra que:

$n(O_2) = \frac{n(e^-)}{4}$. Logo, o processo envolveu 8,0 milimol de elétrons.

As equações das reações catódicas são:

$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(c)$ e $2\ H^+(aq) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g)$.

Na primeira, $n(e^-) = n(Ag)$. Logo, são consumidos 6,0 milimol de elétrons, restando 2,0 milimol de elétrons para a segunda reação. Como na segunda $\frac{n(e^-)}{2} = n(H_2)$, concluímos que houve a formação de 1,0 milimol de $H_2(g)$.

27 a

No processo de eletrólise com eletrodos de Ag (eletrodos ativos) do $AgNO_3(aq)$, as equações das reações que ocorrem são:

Chapa A	(pólo positivo)	$Ag(c) \rightarrow Ag^+(aq) + e^-$
Chapa B	(pólo negativo)	$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(c)$

Estas equações mostram que a chapa A se "dissolve" (sua massa diminui) e que se deposita Ag na chapa B (sua massa aumenta). A quantidade de $Ag^+(aq)$ na solução não se altera. Os ânions nitrato migram do pólo negativo para o pólo positivo. A quantidade de Ag(c) que se deposita na chapa B é proporcional à carga elétrica envolvida no processo.

28 e

Usando, por exemplo, a reação catódica de produção de $H_2(g)$:

$2\ H^+(aq) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g)$

Podemos então trabalhar no esquema "regra de três":

2 mols de e^-	–	1 mol de $H_2(g)$
2×96500 C	–	1 mol de $H_2(g)$
$3 \times t(s)$ C	–	0,2 mol de $H_2(g)$

$$t = \frac{0{,}2 \times 2 \times 96500}{3{,}00}\ s$$

29 A reação de produção de Cu(s) é $Cu^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightarrow Cu(s)$. Assim, esquematizamos:

2 mols de e^-	–	1 mol de Cu(s)
2 mols de e^-	–	64 g
1 mol de e^-	–	x

$x = 32$ g

30

a) As duas reações apresentadas são de redução.

b) Nas eletrólises, reduções ocorrem no anodo.

c) A reação de deposição da prata é $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag^0(s)$. Assim:

1 mol de e^-	–	1 mol de Ag(s)
96500 C	–	108 g
$1 \times t(s)$	–	1,08 g

$t = 965$ s = 16 min 5 s

d) A reação de produção do hidrogênio é $2\ H^+(aq) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g)$. Assim:

2 mols de e^-	–	1 mol de $H_2(g)$
2×96500 C	–	22,4 L
1×965 s	–	V

$V = 0{,}112$ L

31 a

Como a maioria dos metais citados é divalente (o único que não é a prata), calcularemos a massa molecular fazendo a reação de produção do metal ser $Me^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightarrow Me(s)$. Assim:

2 mols de e^-	–	1 mol de Me(s)
0,3 mol de e^-	–	8,81 g

massa molar $= \frac{2 \times 8,81}{0,3} = 58,73$ g/mol , o que concorda bem com o níquel.

32 c

A reação de produção do hidrogênio é $2\ H^+(aq) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g)$. Assim, no compartimento da direita sobrarão ânions, que se deslocarão da direita para a esquerda.

A reação de produção do oxigênio é $2\ H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^-$. Assim, no compartimento da direita sobrarão cátions, que se deslocarão da esquerda para a direita.

33 c

Uma vez que 96500 C correspondem a 1 mol de elétrons, podemos escrever:

96500 C/s	–	$6,02 \times 10^{23}$ e^-/s
$1,6 \times 10^{-2}$ C/s	–	N

$$N = \frac{1,6 \times 10^{-2} \times 6,02 \times 10^{23}}{96500} = 9,98 \times 10^{16} \approx 1,0 \times 10^{17}$$

34

a) Montando as semi-reações:

A	catodo, pólo negativo	$Cu^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightarrow Cu^0(s)$
B	anodo, pólo positivo	$Cu^0(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2\ e^-$

As equações acima mostram que o cobre purificado irá se depositar no eletrodo **A**.

b) A intensidade da cor azul permanecerá a mesma, pois a oxidação do eletrodo **B** irá repor os íons Cu^{2+} removidos na redução do eletrodo **A**.

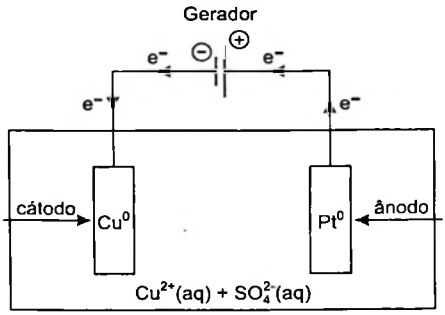
35 a

Montando a "regra de 3", temos:

F	–	M
i × t	–	m

$$F = \frac{i \times t \times M}{m}$$

36 Observe a figura da célula eletrolítica a seguir:



a) O sinal do pólo da fonte ligado ao catodo deve ser negativo.

b) O sentido do fluxo de elétrons é do eletrodo de platina para o eletrodo de cobre.

c) Cátions $Cu^{2+}(aq)$ migram para o catodo.

d) $Cu^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightarrow Cu(c)$

e) $2\ H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^-$

f) O total de íons diminui, pois os cátions $Cu^{2+}(aq)$ migram para o catodo, sofrendo redução e transformando-se em Cu(c).

37 b

Como as equações de produção dos metais são

$Ni^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightarrow Ni(c)$ e $Au^{3+}(aq) + 3\ e^- \rightarrow Au(c)$

podemos ver que 6 mols de elétrons produzirão 3 mols de níquel e 2 mols de ouro. Assim, a proporção é:

$$\frac{m(Ni)}{m(Au)} = \frac{3 \times 58,7}{2 \times 197,0} = 0,447$$

38 a

A eletrólise de solução aquosa de cloreto de sódio produz sódio como produto catódico, sendo que os átomos de sódio produzidos se dissolvem no mercúrio, formando uma solução (de sódio em mercúrio) chamada de amálgama de sódio:

$$2\ Na^+ + 2\ e^- \rightarrow 2\ Na$$

O problema deste processo pelo risco de poluição da água pelo mercúrio.

39 a

Ocorre eletrólise da água, com as seguintes semi-reações:

catódica:	$4\ H_2O(l) + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2(g) + 4\ OH^-(aq)$
anódica:	$2\ H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^-$

Observe que $H^+(aq)$ e $OH^-(aq)$ se neutralizarão, uma vez que a solução que compõe esse sistema é mantida sob agitação constante.

40 e

Se no catodo foi produzido, além de níquel, 11,2 mL de um gás, este gás é o hidrogênio. Considerando que a reação de produção de H_2 é $2\ H_2O(l) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g) + 2\ OH^-(aq)$, podemos escrever

2 mols de e^-	–	1 mol de $H_2(g)$
2×96500 C	–	22,4 L
q	–	$11,2 \times 10^{-3}$ L

q = 96,50 C

Se esta carga foi utilizada para a produção de H_2, o percentual de carga utilizado para produção de níquel foi de:

$$\frac{268 \times 10^{-3} \times 3600 - 96,50}{268 \times 10^{-3} \times 3600} \times 100\% = 90,00\%$$

41

a) Nossos alunos sempre se divertem com o mnemônico **PÃO**: nas Pilhas o Anodo é onde ocorre Oxidação e é o pólo negativo (o til de pão servindo como sinal de –). Assim, o pólo de zinco e o anodo, e o fluxo de elétrons nas pilhas é do anodo para o catodo.

b) Na verdade há três substâncias cujas quantidades diminuem, já que são os reagentes das reações: Zn(s), HgO(s) e $H_2O(l)$.

42 d

As semi-reações da pilha podem ser assim representadas:

semi-reação anódica	$Zn(c) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2\ e^-$
semi-reação catódica	$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(c)$

Analisamos então opção por opção:

a)	verdadeira	O fluxo de elétrons é do anodo para o catodo. Logo, a corrente elétrica convencional é do catodo para o anodo: no desenho, sentido anti-horário.
b)	verdadeira	Ver a explicação anterior.
c)	verdadeira	Como na semi-célula da esquerda a concentração de $Zn^{2+}(aq)$ vai aumentar, ânions NO_3^- migrarão da semi-célula direita para a semi-célula esquerda.
d)	**falsa**	A concentração de $Zn^{2+}(aq)$ vai aumentar, mas a concentração de SO_4^{2-} fica constante.
e)	verdadeira	Como a concentração de $Ag^+(aq)$ vai diminuir na semi-célula direita, cátions Zn^{2+} migrarão da semi-célula esquerda para a direita.

43 Há necessidade de uma solução que contenha, como cátion, o mesmo metal da placa. Como no compartimento **B** a placa é de cobre metálico, $CuSO_4$ é a opção.

44

a) A reação de produção do cobre é $Cu^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightarrow Cu(s)$. Assim, é necessário 0,1 mol de elétrons para depositar 0,005 mol de cobre. Para calcular o número de pilhas:

$$n = \frac{0{,}1\,\text{mol}}{5{,}0 \times 10^{-3}\,\text{mol/pilha}} = 20\,\text{pilhas}$$

b) Serão depositados $0{,}05 \times 63{,}5\ g = 3{,}175\ g$

45

a) Há duas variações: de 0 a +2 (Pb a $PbSO_4$) e de +4 a +2 (PbO_2 a $PbSO_4$).

b) 50 Ah corresponde a 50×3600 C = $1,80 \times 10^5$ C.

A reação de consumo de chumbo é é $Pb^0 \rightarrow Pb^{2+} + 2\ e^-$.

Logo, podemos escrever:

2 mols de e^-	-	1 mol de Pb
2×96500 C	-	207,2 g
$1,80 \times 10^5$ C	-	m

$$m = \frac{1,8 \times 10^5 \times 207,2}{2 \times 96500} = 193,24\ g$$

46

a) O "metal de sacrifício" deve ter uma tendência oxidativa maior do que o ferro. Assim, ele se oxida no lugar do ferro. Assim, dos metais listados, podemos usar o zinco ou o magnésio como protetor catódico.

b) Chamamos de **ferro galvanizado** ao ferro ou aço que foi revestido com uma camada de zinco para proteção contra a corrosão. A galvanização é um método eficiente para proteger o ferro porque, mesmo que a superfície esteja riscada, o zinco atua como metal de sacrifício, se oxidando para proteger o ferro.

47

a) Como o único produto a água, pode-se afirmar que o processo, quimicamente, é "não poluente".

b) O compartimento **X** é pólo negativo da pilha, ou seja, o anodo, local onde ocorrerá a semi-reação de oxidação (você lembra do PÃO?). Assim, o gás que deverá alimentar o compartimento **X** é o hidrogênio.

c) A equação global da pilha é $2\ H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ H_2O(l)$. Logo, a proporção de massas de gases deve ser:

$$\frac{2\ mols\ H_2}{1\ mol\ O_2} = \frac{4\ g}{32\ g} = \frac{1}{8}$$

48 d

Analisando opção por opção:

a) certa — Se M_1 é o eletrodo negativo, é o anodo. O fluxo de elétrons sempre se dá, nas pilhas, do anodo para o catodo. Logo, a corrente elétrica convencional flui no sentido contrário, ou seja, semicélula II → semicélula I.

b) certa — A diferença de potencial sempre diminui enquanto a pilha opera, até que se torna 0 quando a pilha entra em equilíbrio (e deixa de funcionar).

c) certa — O eletrodo de menor potencial de redução é o anodo. Lembre sempre que não importa como o eletrodo está escrito, seu potencial é sempre o de **redução**.

d) **errada** — Não há elétrons nas soluções das semi-células que possam passar pelo fio de cobre.

e) certa — No catodo a semi-reação é $M_2(c) \rightarrow M_2^+(aq) + e^-$. Logo, a concentração de $M_2^+(aq)$ aumenta.

49 c

Desde já chamamos a atenção para o fato de que todas as semi-equações estão escritas como oxidações, e analisando opção por opção:

a) certa — Seja a corrosão em meio ácido ou meio básico, a oxidação será a do alumínio. Logo, semi-reação **anódica**.

b) certa — Em meio básico, semi-reação **catódica** será a **II**; em meio ácido, será a **III**. Em ambos os casos, como **redução**.

c) **errada** — Pela semi-reação **I**, 1 mol de alumínio corroído envolve a carga de 3 F.

d) certa — Logo, 3/2 F corresponde à corrosão de ½ mol de alumínio, ou seja, 13,49 g. (***13 g!?***)

e) certa — 1 mol de Al corroído em meio ácido corresponde à liberação de 3/2 mol de $H_2(g)$. Nas CNTP, 33,6 L. (***34 L!?***)

50

a) Para a liberação de 1 mol de elétrons, precisamos de:

1 mol de Ag	107,87 g
½ mol de Ni	29,35 g
½ mol de Cd	56,21 g
1/3 mol de Cr	17,33 g
½ mol de Zn	32,70 g

Como a menor massa observada é 17,33 g, o metal escolhido é o cromo.

b) O metal escolhido deve ser o zinco, pois é o que apresenta o maior potencial de oxidação: +0,76V.

51 Ocorre eletrólise da água, com as seguintes semi-reações:

catódica:	$2\ H_2O(l) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g) + 2\ OH^-(aq)$
anódica:	$2\ OH^-(l) \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}\ O_2(g) + 2\ e^-$

Podemos escrever como reação global, envolvendo 2 e^-:

$$2\ H_2O(l) \xrightarrow{\text{eletrólise}} H_2(g) + \frac{1}{2}\ O_2(g)$$

Assim, 2 mols de elétrons produzem 1,5 mol de gases. Para que a pressão aumente de 1 atm (suposta como pressão inicial) para 1,64 atm, há necessidade que a soma das pressões parciais de H_2 e O_2 seja 0,64 atm.

$$p \times V = n \times R \times T \Rightarrow n = \frac{p \times V}{R \times T} = \frac{0,64 \times 4,5}{0,082 \times 300} = 0,117\ \text{mol}$$

Podemos escrever, no estilo "regra de 3":

2×1608 A . min	-	1,5 mol
$30 \times t$	-	0,117 mol

t = 8,37 mim = 8 min 22 s

Radioatividade

01

a) $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{234}_{90}Th$

b) $^{35}_{16}S \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{35}_{17}Cl$

c) $^{120}_{51}Sb \rightarrow {}^{0}_{+1}\beta + {}^{120}_{50}Sn$

d) $^{64}_{29}Cu \xrightarrow{\text{captura-K}} {}^{64}_{28}Ni$

02 $^{238}_{92}U \xrightarrow{\alpha} {}^{234}_{90}Th \xrightarrow{\beta} {}^{234}_{91}Pa$. UX_1 é o tório-234 e UX_2 é o protactínio-234.

03 $^{239}_{93}Np \xrightarrow{\beta} {}^{239}_{94}Pu \xrightarrow{\alpha} {}^{235}_{92}U$ (alfa)

04

a) $^{64}_{29}Cu \xrightarrow{\beta^+} {}^{64}_{28}Ni$

b) $^{106}_{47}Ag \xrightarrow{\beta^+} {}^{106}_{46}Pd$

05 $^{232}_{90}Th \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{228}_{88}Ra$

$^{228}_{88}Ra \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{228}_{89}Ac$

$^{228}_{89}Ac \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{228}_{90}Th$

a) Z = 90 e A = 228

b) isótopos

06 $^{A}_{Z}X \xrightarrow{\beta^-} {}^{A}_{Z+1}Y$. Assim, se X é um alcalino, Y é um gás nobre, e terá valência zero.

07 $^{A}_{Z}X \xrightarrow{3\alpha} {}^{A-12}_{Z-6}Y$. Assim, se X é um alcalino-terroso (naturalmente excetuando o berílio), Y pertence ao grupo 14 (4A).

08 a

$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{A}_{Z+1}Y$

09 d

I. $^{8}_{3}Li \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{4}_{2}He + {}^{0}_{-1}\beta$.

II. $^{7}_{4}Be + {}^{0}_{-1}\beta \rightarrow {}^{7}_{3}Li$.

III. $^{8}_{5}B \rightarrow {}^{8}_{4}Be + {}^{0}_{+1}\beta$.

IV. $^{3}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{0}_{-1}\beta$.

10 d

I.	A radioatividade foi descoberta por Marie Curie.	errada	A radioatividade foi descoberta por Antoine Henri Becquerel.
II.	A perda de uma partícula beta de um átomo de $^{75}_{33}As$ forma um átomo de número atômico maior.	**correta**	$^{75}_{33}As \rightarrow {}^{75}_{34}Se + {}^{0}_{-1}\beta$
III.	A emissão de radiação gama a partir do núcleo de um átomo não altera o número atômico e o número de massa do átomo.	**correta**	Gama é onda eletromagnética, $^{0}_{0}\gamma$.
IV.	A desintegração de $^{226}_{88}Ra$ a $^{214}_{83}Po$ envolve a perda de 3 partículas alfa e de 2 partículas beta.	errada	Que maldade! $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{214}_{84}Po + 3\,{}^{4}_{2}\alpha + 2\,{}^{0}_{-1}\beta$

11 ^{17}F e ^{18}F - emissão de pósitron ou captura-K (em verdade, ambos são emissores de pósitron)

^{20}F e ^{21}F - emissão de partículas beta

12

a) 6 minutos são duas meias-vidas, logo $\frac{100\%}{2^2} = \frac{100\%}{4} = 25\%$.

b) 15 minutos são 5 meias-vidas, logo $\frac{100\%}{2^5} = \frac{100\%}{32} = 3{,}125\%$.

c) 30 minutos são 10 meias-vidas, logo $\frac{100\%}{2^{10}} = \frac{100\%}{1024} = 9{,}77 \times 10^{-2}\%$.

13 a

$4{,}0\,g \xrightarrow{1h} 2{,}0\,g \xrightarrow{1h} 1{,}0\,g$

14

a) 50 anos = $\frac{50}{1620}$ meias-vidas, logo $\frac{100\%}{2^{5\%_{1620}}} = \frac{100\%}{1{,}02} = 97{,}88\%$.

b) 100 anos = $\frac{100}{1620}$ meias-vidas, logo $\frac{100\%}{2^{100\%_{1620}}} = \frac{100\%}{1{,}04} = 95{,}81\%$.

c) 1000 anos = $\frac{1000}{1620}$ meias-vidas, logo $\frac{100\%}{2^{1000\%_{1620}}} = \frac{100\%}{1{,}53} = 65{,}19\%$.

15

a) O processo natural de incorporação de carbono pelos vegetais é a fotossíntese.

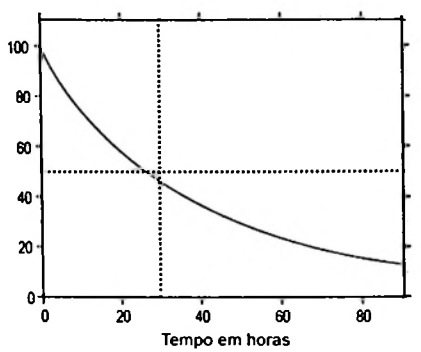
b) Cálculo do número de anos que a árvore está morta:

$100\% \xrightarrow{5730 anos} 50\% \xrightarrow{5730 anos} 25\%$

Logo, passaram-se 11460 anos. Considerando que estamos no ano 2008 d.C., isso corresponde a 9452 a.C. Portanto, a árvore não é oriunda do Antigo Egito (3200 a.C. a 2300 a.C.)

a) As espécies diferem no número de prótons: $^{14}_{6}C$ e $^{14}_{6}N$. Naturalmente diferem também nas propriedades químicas.

16 Por inspeção no gráfico (pouco preciso), verificamos que a meia-vida do processo é de 30 horas:



Logo:

a) 2 × 30 horas = 60 horas

b) O valor encontrado 120 horas após a prova foi de $\frac{15\mu g}{150mL} = 0{,}1\ \mu g/mL$. Ou seja, negativo ($< 1\mu g/mL$).

120 horas são correspondentes a 4 meias-vidas. Logo, o valor encontrado seria $2^4 = 16$ vezes maior do que o obtido 120 horas (5 dias) depois. Assim seria de $16 \times 0{,}1\mu g/mL = 1{,}6\ \mu g/mL$. Logo, positivo.

17 $k = \frac{1}{\theta}; T = \ln 2.\theta \rightarrow k = \frac{\ln 2}{T}$

$$k = \frac{\ln 2}{3{,}823 dia} = \frac{\ln 2}{3{,}823 \times 86400 s} = 2{,}10 \times 10^{-6}\ s^{-1}$$

18 Como calculado no exercício anterior, a constante radioativa do ^{222}Rn é:

$$k = \frac{\ln 2}{3{,}823 dia} = \frac{\ln 2}{3{,}823 \times 86400 s} = 2{,}10 \times 10^{-6}\ s^{-1}$$

Logo, o número n de mols de Rn para que a atividade seja de $3{,}7 \times 10^{10}$ Bq é tal que:

$$n \times 6{,}02 \times 10^{23} \times 2{,}10 \times 10^{-6} = 3{,}7 \times 10^{10}$$

$$n = \frac{3{,}7 \times 10^{10}}{6{,}02 \times 10^{23} \times 2{,}10 \times 10^{-6}} = 2{,}93 \times 10^{-8} mol$$

Em volume: $2{,}93 \times 10^{-8} \times 2{,}24 \times 10^{7}\ mm^3 = 0{,}656\ mm^3$

19 Passaram-se 3h 20 mim entre as duas observações, ou seja, 200 minutos. A atividade relativa passou para ¼ ($^{1070}/_{4280}$). Ou seja, passaram-se 2 meias-vidas. O valor da meia-vida é então de 100 minutos.

20 Se resta ¼, passaram-se duas meias-vidas. Ou seja, a meia-vida do material é 34 minutos.

$$k = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{34} = 2{,}04 \times 10^{-2}\ min^{-1}$$

21 Número de átomos de ^{226}Ra na amostra:

$$\frac{0,001}{226} \times 6,02 \times 10^{23} = 2,66 \times 10^{18}$$

Constante radioativa, em min^{-1}:

$$k = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{1620 \times 365,25 \times 24 \times 60} = 8,14 \times 10^{-10} \ min^{-1}$$

Logo, o número de partículas alfa emitidas por minuto será:

$$2,66 \times 10^{18} \times 8,14 \times 10^{-10} = 2,17 \times 10^{9}$$

22 $$\frac{10\%}{100\%} = \frac{1}{2^x} \Rightarrow 2^x = 10 \Rightarrow x = \frac{1}{\log 2} = \frac{1}{0,3010} = 3,32$$

Tempo decorrido: 3,32 × 2,64 anos = 8,64 anos.

23 Como o valor do tempo decorrido é múltiplo exato da meia-vida:

$$4,200\,g \xrightarrow{138 dias} 2,100\,g \xrightarrow{138 dias} 1,050\,g$$

Assim, a massa residual de Po é 1,050 g, e há uma perda de massa de Po de 3,150 g.

Estes 3,150 g de Po correspondem a $\frac{3,150}{210} = 0,015$ mol de Po, que se transformam em 0,015 mol de He e 0,015 mol de Pb.

Massa de Pb = $0,015 \times 206 = 3,090$ g

Massa total da mistura sólida: 4,140 g

$$\% \ Po = \frac{1,050 \times 100}{4,140} = 25,36\%$$

% Pb = 74,64%

Cálculo do nº inicial de mols de N_2:

$$\frac{336}{22400} = 0,015 \text{ mol}$$

Como vai se formar também 0,015 mol de He, o nº de mols de gás vai duplicar. Mantendo-se o volume e a temperatura, a pressão duplicará, atingindo 2 atm.

24 Nº de átomos de hidrogênio da amostra:

$$\frac{10}{18} \times 2 \times 6{,}02 \times 10^{23} = 6{,}69 \times 10^{23} \text{ átomos de hidrogênio}$$

Nº inicial de átomos de trítio (neste cálculo, desprezamos o número de átomos de ^2H presentes na amostra):

$$8 \times 10^{-18} \times 6{,}69 \times 10^{23} = 5{,}35 \times 10^6 \text{ átomos } {}^3H$$

Nº de meias-vidas decorridas: $x = \frac{40}{12{,}26}$

$$N_f = \frac{N_i}{2^x} = \frac{5{,}35 \times 10^6}{2^{40/12{,}26}} = 5{,}58 \times 10^5 \text{ átomos}$$

25

a) ${}^{11}_{6}C \rightarrow {}^{0}_{+1}\beta + {}^{11}_{5}B$

b) Cálculo da constante radioativa:

$$C = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0{,}693}{20{,}5 \times 60} = 5{,}64 \times 10^{-4} s^{-1}$$

Como a massa molar do ^{11}C é 11 g/mol, temos $\frac{1}{11}$ mols de ^{11}C.

Assim, a atividade radioativa será:

$$\frac{1}{11} \times 6{,}02 \times 10^{23} \times 5{,}64 \times 10^{-4} = 3{,}08 \times 10^{19} \text{ Bq}$$

c) O número de meias-vidas é $x = \frac{180}{20{,}5}$. Logo:

$$m_f = \frac{m_i}{2^x} = \frac{1}{2^{180/20{,}5}} = \frac{1}{439{,}73} = 2{,}27 \times 10^{-3} \text{ g.}$$

26

a) ${}^{23}_{11}Na + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{26}_{12}Mg + {}^{1}_{1}p$

b) ${}^{10}_{5}B + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{13}_{7}N + {}^{1}_{0}n$

27 d

${}^{253}_{99}Es + {}^{4}_{2}\alpha \rightarrow {}^{255}_{101}Md + 2\,{}^{1}_{0}n$

28

a) $^{24}Mg\ (d,\alpha)\ ^{22}Na$ b) $^{26}Mg\ (d,p)\ ^{27}Mg$

c) $^{40}Ar\ (\alpha,p)\ ^{43}K$ d) $^{12}C\ (d,n)\ ^{13}N$

e) $^{130}Te\ (d,2n)\ ^{130}I$ f) $^{55}Mn\ (n,\gamma)\ ^{56}Mn$

g) $^{59}Co\ (n,\alpha)\ ^{56}Mn$

29 $\frac{a}{15,3} = \frac{1}{2^{\frac{1920}{5730}}} \Rightarrow a = \frac{15,3}{2^{0,335}}$

$a = \frac{15,3}{1,26} = 12,13$ dpm

30 $\frac{44,6}{100} = \frac{1}{2^x} \Rightarrow 2^x = \frac{100}{44,6} \Rightarrow x = 1,16$

Logo, a erupção ocorreu há $1,16 \times 5730 = 6,67 \times 10^3$ anos.

31 Base de cálculo: 1 tonelada de minério.

Massa de rubídio: $\frac{0,85 \times 10^6}{100} = 8500$ g de rubídio

Massa de estrôncio: $\frac{0,0098 \times 10^6}{100} = 98$ g de estrôncio

Nº de mols de rubídio: $\frac{8500}{85,468} = 99,45$ mols

Nº de mols de ^{87}Rb: $0,2785 \times 99,452 = 27,70$ mols

Nº de mols de ^{87}Sr: $\frac{98}{87} = 1,13$ mols

Como cada átomo de ^{87}Sr veio da decomposição de um átomo de ^{87}Rb, o número de mols de ^{87}Rb da amostra original, isenta de estrôncio, era $27,70 + 1,13 = 28,82$ mols

Logo:

$\frac{27,70}{28,82} = \frac{1}{2^x} \Rightarrow 2^x = \frac{28,82}{27,70} = 1,04$

$x = \frac{\log 1,041}{\log 2} = 5,75 \times 10^{-2}$

Assim, a idade do minério é $5,75 \times 10^{-2} \times 5,2 \times 10^{10} = 2,99 \times 10^9$ anos

32 $\frac{15}{100} = \frac{1}{2^x} \rightarrow 2^x = \frac{100}{15} \rightarrow x = \frac{2 - \log 15}{\log 2} = 2{,}74$

O tempo necessário é de 2,74 meias-vidas, ou seja:
$t = 2{,}74 \times 26{,}8 \text{ min} = 73{,}35 \text{ min}$

33 Determinação da constante radioativa em s^{-1}:

$$k = \frac{\ln 2}{2{,}60 \text{ ano}} = \frac{\ln 2}{2{,}60 \times 365{,}25 \times 86400 \text{ s}} = 8{,}45 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

Número de átomos da amostra: $\frac{0{,}5 \times 10^{-3}}{22} \times 6{,}02 \times 10^{23}$

Atividade em becquerels:

$$8{,}45 \times 10^{-9} \times \frac{0{,}5 \times 10^{-3}}{22} \times 6{,}02 \times 10^{23} = 1{,}16 \times 10^{11} \text{ Bq}$$

Atividade em curies:

$$\frac{1{,}16 \times 10^{11}}{3{,}7 \times 10^{10}} = 3{,}12 \text{ Ci}$$

34 Atividade em becquerels:

$35 \times 10^{-6} \times 3{,}7 \times 10^{10} = 1{,}30 \times 10^{6}$ Bq

Constante radioativa em s^{-1}: $\frac{\ln 2}{8{,}05 \times 86400} = 9{,}97 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$

Logo, a massa de ^{131}I é tal que: $\frac{m}{131} \times 6{,}02 \times 10^{23} \times 9.97 \times 10^{-7} = 1{,}30 \times 10^{6}$

$$m = \frac{1{,}295 \times 10^{6} \times 131}{6{,}02 \times 10^{23} \times 9{,}97 \times 10^{-7}} = 2{,}83 \times 10^{-10} \text{ g}$$

35 Para que haja a mesma luminescência, as duas quantidades devem ter a mesma atividade, logo:

$$\frac{\ln 2}{1620} \times \frac{150 \times 10^{-6}}{226} \times 6{,}02 \times 10^{23} = \frac{\ln 2}{1{,}91} \times \frac{m}{228} \times 6{,}02 \times 10^{23}$$

$$m = \frac{1{,}91 \times 228 \times 150 \times 10^{-6}}{1620 \times 226} = 1{,}78 \times 10^{-7} \text{ g}$$

36 A desintegração do ^{210}Po é $^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}\alpha$. Esta partícula α recebe 2 elétrons e se transforma em He.

Logo, $n(^{210}Po) = n(He)$, entendendo-se por $n(^{210}Po)$ o número de mols de polônio que se desintegrou ao longo deste um ano. A massa residual de polônio é dada por:

$$\frac{1}{2^x} = \frac{1}{2^{365,25/138,40}} = \frac{1}{6,23} \text{ g.}$$

Assim, a massa que se decompôs é $1 - \frac{1}{6,23} = 0,839$ g. Logo,

$$n(^{210}Po) = n(He) = \frac{0,839}{210} \text{ mol.}$$

O volume de He em mL será $\frac{0,839}{210} \times 22400 \text{mL} = 89,54$ mL.

37 A equação de transformação de ^{238}U em ^{206}Pb é:

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\,{}^{4}_{2}\alpha + 6\,{}^{0}_{-1}\beta \quad \text{(a)}$$

Logo, $n(^{238}U) = n(^{206}Pb)$. Determinamos então a massa de ^{238}U correspondente ao ^{206}Pb atual:

$$\frac{m}{238} = \frac{0,3472}{206} \Rightarrow m = \frac{238 \times 0,3472}{206} = 0,4011 \text{ g.}$$

Logo, para cada grama de ^{238}U atual, existiam 1,4011 g de ^{238}U no instante de formação do minério. Chamando de x o número de meias-vidas decorridas, temos:

$$\frac{1}{1,4011} = \frac{1}{2^x} \rightarrow x = \frac{\log 1,4011}{\log 2} = 0,4866$$

Logo, a idade do minério é $0,4866 \times 4,51 \times 10^9$ anos $= 2,19 \times 10^9$ anos.

A equação (a) ainda nos mostra que $n(^{206}Pb) = \frac{n(\alpha)}{8}$. Como as partículas α se transformam em He, temos:

$$n(^{206}Pb) = \frac{n(He)}{8}$$

Para cada mol de ^{206}Pb formado, há a formação de 8 mols de hélio. Logo, o volume de hélio formado nas CNTP é $8 \times \frac{0,3472}{206} \times 22,4 = 0,302$ L.

38 a

$Ca(OH)_2 + {}^{14}CO_2 \rightarrow Ca{}^{14}CO_3$

Uma parte deste carbonato de cálcio "marcado" se dissolve, uma parte precipita: aparecerá radioatividade tanto na fase líquida quanto na fase sólida - afirmações I e II **corretas**.

Parte do hidróxido de cálcio sólido se dissolve para manter a solução saturada - afirmações III e IV falsas.

A afirmação V é também **correta**.

39

a) A poluição produzida pela indústria petroquímica apresenta matéria orgânica originada de fósseis mortos há milhares de anos, logo a relação $^{14}C/^{12}C$ será menor do que a de um animal ou planta que tivesse morrido recentemente, pois neste caso a quantidade de ^{14}C decresce.

b) No petróleo, a decomposição de matéria orgânica gera substâncias tóxicas aos seres vivos. Além disto, a matéria orgânica bloqueia a luz, dificultando o processo de fotossíntese - conseqüentemente forma-se menos $O_2(g)$.

40

Pela análise do gráfico:

a) t = 0: 9,5 unidades de energia
t = 4,55 bilhões de anos: 1,85 unidades de energia

$\frac{9,5}{1,85} \cong 5 \Rightarrow$ a produção de energia era cinco vezes maior.

b) urânio-235 e potássio-40.

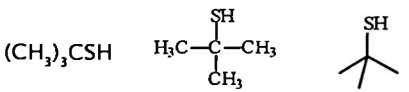
c) urânio-238 e tório-232.

QUÍMICA ORGÂNICA

QUESTÕES GERAIS

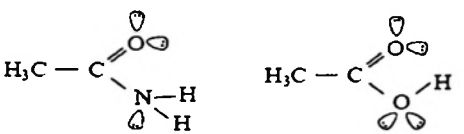
01 b

O composto citado pertence à função tiol (R-SH). O 2-metil-2-propanotiol pode ser representado das seguintes formas:



02 c

Dentre os compostos, apenas o ácido acético e a acetamida (etanamida) apresentam interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio, e, conseqüentemente, têm os maiores pontos de ebulição.



etanamida ácido acético

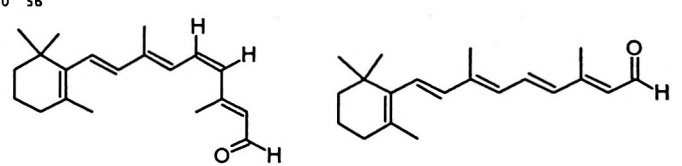
A ligação de hidrogênio ocorre entre um par de elétrons e um hidrogênio que esteja ligado ao flúor, oxigênio ou nitrogênio (F, O, N).

Desta forma, a etanamida apresenta maior ponto de ebulição, pois cada molécula pode formar 4 ligações de hidrogênio, enquanto o ácido acético só pode formar 2 ligações de hidrogênio.

03

a) $C_{40}H_{56}$

b)

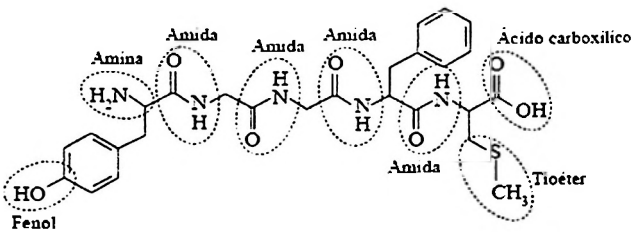


11-cis-retinal trans-retinal

c) Não existe isomeria entre o trans-retinal e o trans-retinol pois não possuem a mesma fórmula molecular.

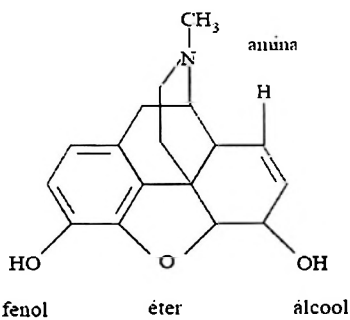
d) Pertence à função álcool.

04 Resolvendo os três pedidos:



05 b

Veja a figura abaixo:



06 d

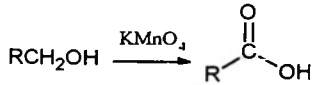
Nas alternativas **a** e **b**, temos a representação de isômeros planos, que possuem propriedades físico-químicas diferentes.

Nas alternativas **c** e **e**, temos a representação de isômeros geométricos, que possuem propriedades físico-químicas diferentes.

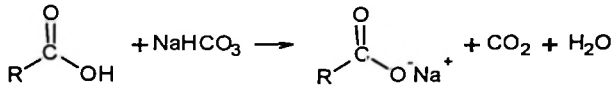
Na alternativa **d**, temos a representação da mesma substância, 1,2-dicloroetano

07 b

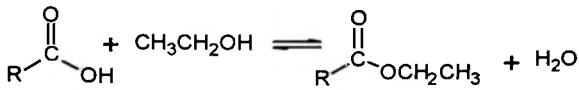
A substância **Y** é um ácido carboxílico, que pode ser produzido através da oxidação de um álcool primário, neste caso **X**.



O ácido pode reagir com a solução de bicarbonato de sódio



e, também, pode reagir com o álcool etílico - esterificação



08 Item a item:

a) dipolo induzido

b) ligação de hidrogênio

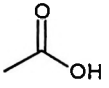
c) O ânion carboxilato é a base conjugada do ácido. Se o meio apresenta considerável concentração de H_3O^+, irá favorecer a protonação dessa base conjugada, diminuindo assim as interações entre as moléculas de água e sabão (íons carboxilato), diminuindo a eficiência do sabão.

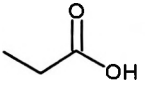
09 d

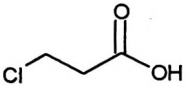
A produção de um anidrido pode ser feita através da desidratação de ácido carboxílico.

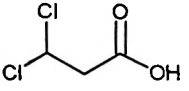
10 b

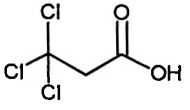
Pode-se observar que quanto maior o número de grupamentos que atraem elétrons, efeito indutivo negativo (-I) neste caso, o cloro, maior será a acidez do composto. Estes grupamentos diminuem a densidade eletrônica do oxigênio do grupo OH e facilitam a saída de íons H^+. Grupamentos metila ($-CH_3$) são elétron-doadores, ou efeito indutivo positivo (+I), isto é, diminuem a acidez do composto. Assim:

I. 

II. 

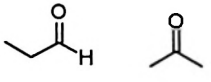
III. 

IV. 

V. 

Logo, II < I < III < IV < V.

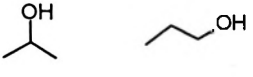
11 a

I. 

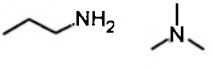
Apresentam fórmula molecular C_3H_6O. São isômeros de função.

II.

Apresentam fórmula molecular C_3H_6O. São isômeros de função.

III. 

Apresentam fórmula molecular C_3H_8O. São isômeros de posição.

IV. 

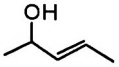
São isômeros, apresentam a mesma fórmula molecular, C_3H_9N.

12 Não, pois a molécula não possui carbono assimétrico.

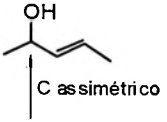
13 c

A substância em questão apresenta ligação π, pois é capaz de descorar uma solução de tetracloreto de carbono. Como só reage com 1 mol de hidrogênio, apresenta apenas uma dupla ligação. Como apresenta 2 enantiômeros, só resta a alternativa **c**, já que **d** não apresenta isomeria óptica.

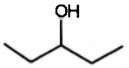
14

a) 

Apresenta isomeria óptica, pois apresenta carbono assimétrico.

b) 

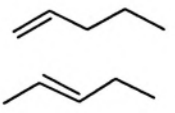
15 Se o álcool representado pela letra **B** não apresenta atividade óptica, ele não possui carbono assimétrico, logo o álcool **B** deve ser simétrico. Assim:



Isto é, **R** é o radical etil e o nome oficial do álcool é pentan-3-ol.

16

a) Para teste positivo, o composto deve apresentar ligação pi. Apenas dois compostos de cadeia normal dão positivo para o teste de Bayer:

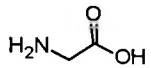


pent-1-eno
ou
pent-2-eno

b) O composto 1,2-dimetilciclopropano apresenta isomeria geométrica:

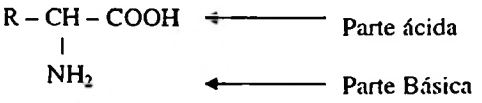
O composto ciclopentano apresenta apenas carbonos secundários:

17

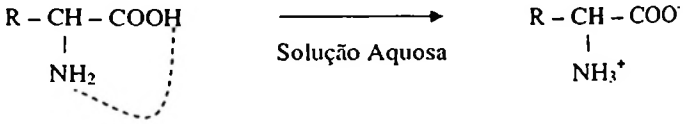
a) 

b) Não, pois não possui carbono assimétrico em sua molécula.

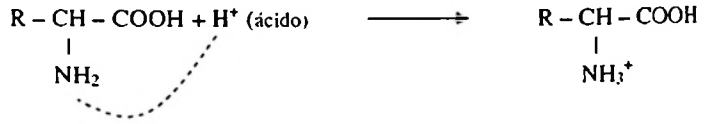
c) Os aminoácidos têm caráter anfótero, pois podem agir como ácidos ou bases.



Devido a este caráter, ocorre nos aminoácidos uma neutralização intramolecular, formando um sal interno (zwitterion):



Em meio ácido ocorre a seguinte reação:

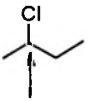


E, em meio básico:

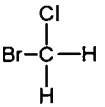
18 b

Veja as estruturas abaixo (os carbonos assimétricos estão assinalados pelas setas)

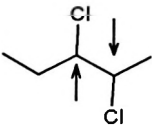
I. 2-cloro butano



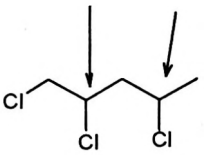
II. bromoclorometano



III. 2,3-dicloropentano



IV. 1,2,4-tricloropentano



19 c

Os dois compostos são álcoois e, portanto, possuem interações intermoleculares do tipo ligação hidrogênio. Porém, como a massa molar do butan-1-ol é maior, ele vai apresentar maior ponto de ebulição e menor volatilidade quando comparado ao propan-1-ol.

O propan-1-ol é infinitamente solúvel em água, já o butan-1-ol não, pois temos um aumento na cadeia carbônica, que é apolar, portanto; mais solúvel em n-hexano.

20 c

O etanol possui interações intermoleculares do tipo ligação hidrogênio mais fortes que as interações do éter dimetílico.

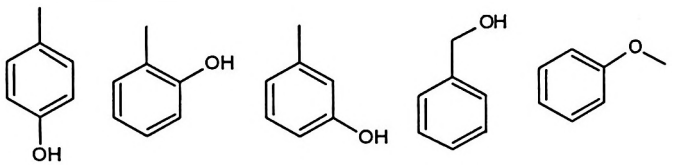
21

a) A partir do gráfico pode-se observar que a atividade biológica atinge o valor 5000 após 3 semanas.

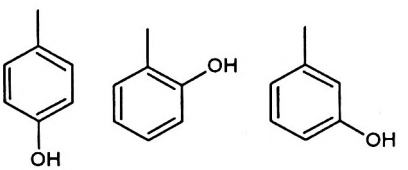
b) Sendo uma mistura racêmica constituída de 50% de cada forma(dextrogira e levogira), e que no problema a mistura racêmica tem metade da atividade da forma dextrogira pura, isto mostra que a contribuição da forma levogira é nula, tem atividade zero.

22

a) Os compostos são:

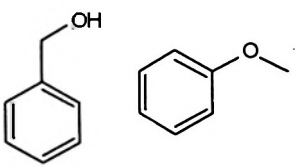


Se A, B e C são isômeros de posição...



... pertencem a função **fenol**.

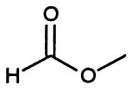
b)



E D

O composto D é o eter, que possui um ponto de ebulição menor se comparado ao álcool representado pela letra **E**.

23

a) Para o composto X:  metanoato de metila ou formiato de metila

Para o composto Y: metóximetano ou éter dimetílico

b) O composto **X** apresenta maior massa molar do que o composto **Y**.

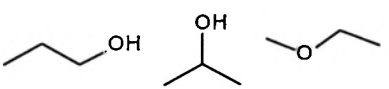
O composto **X** apresenta maior número de interações por ligação de hidrogênio se comparado ao composto **Y**.

24 b

O etanol e n-propanol são infinitamente solúveis em água. A partir do n-butanol essa solubilidade cai para aproximadamente 7,9 g para cada 100 g de água. Essa diminuição da solubilidade se deve ao aumento da cadeia carbônica, que é apolar.

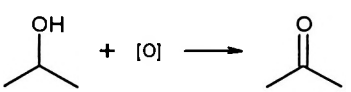
25

a) Com a fórmula C_3H_8O é possível construir três compostos: dois álcoois e um éter, mostrados abaixo.

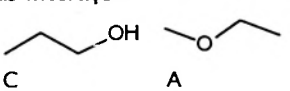


Álcoois primários e secundários sofrem oxidação e produzem, respectivamente, aldeídos e cetonas. Éter não sofre oxidação branda.

O composto **B** é o álcool secundário e produz cetona quando oxidado.

 propanona

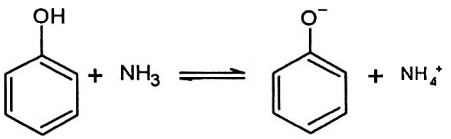
b) As interações intermoleculares de **C** (ligações de hidrogênio) são bem mais fortes que as interações de **A**.

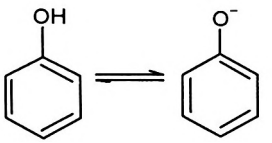


C A

26

a) O ponto de ebulição do fenol deve ser maior quando comparado ao do benzeno, pois suas interações são mais fortes que as das moléculas de benzeno. O fenol apresenta ligação de hidrogênio, enquanto o benzeno, apolar, apresenta dipolo induzido.

b) 

c) 

Se o pH = 5,0, então a $[H^+] = 1,0 \times 10^{-5}$ mol/L. Como $[H^+] = M \times \alpha$ e $M = 1$, então $\alpha = 1,0 \times 10^{-5}$. Sendo este valor muito pequeno ($\alpha = 0,001\%$), podemos escrever que $Ka = M \times \alpha^2$.

$$Ka = 1 \times (1,0 \times 10^{-5})^2 = 1,0 \times 10^{-10}$$

27

a) O caráter básico das aminas se deve ao par de elétrons livre que existe no nitrogênio. As aminas secundárias alifáticas têm caráter básico mais acentuado do que as aminas primárias, pois têm dois grupos alquila que "empurram" elétrons para o grupamento amino, aumentando a densidade eletrônica no nitrogênio, facilitando, desta forma, a recepção de prótons H^+, logo, $K_2 > K_1$.

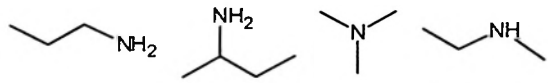
$C_2H_5NH_2 + H_2O \leftrightarrows C_2H_5NH_3^+ + OH^-$

b) A massa molar da etilamina é 45 g/mol.

$$M = \frac{m}{V \times MM} = \frac{2,25}{0,5 \times 45} = 0,1 \text{ mol/L}$$

Se a etilamina está 10% ionizada, $[C_2H_5NH_3^+] = [OH^-] = 0,1 \times 0,1 = 0,01$ mol/L.

28 Com a fórmula C_3H_9N pode-se montar quatro estruturas, indicadas abaixo:

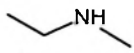


As aminas apresentam caráter básico, pois há um par de elétrons não-ligante no nitrogênio.

Em ordem decrescente de basicidade, temos:

$R_2NH > R\text{-}NH_2 > R_3N > NH_3$

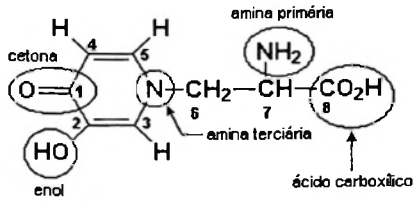
Logo a amina que apresenta maior caráter básico é a amina secundária, representada pela fórmula



N-metiletanamina (etil-metil-amina)

29

a)



b)
1 - sp^2 5 - sp^2
2 - sp^2 6 - sp^3
3 - sp^2 7 - sp^3
4 - sp^2 8 - sp^2

c) 23 ligações sigma e 4 ligações pi.

30

a) Pela estequiometria da reação temos:

1 mol do aldeído monobromado : 1 mol de I_2

Sendo X a massa de R:

1 mol do aldeído = 2 x 12 + 2 x 1 + 16 + 80 + X = (122 + X) g

1 mol de I_2 = 2 x 127 = 254 g

Assim:

$$(122 + X)\ g - 254\ g$$
$$15{,}1\ g - 25{,}4g$$

Pela proporção:

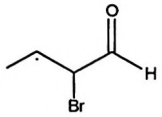
$122 + X = 151 \Rightarrow X = 29$ g

Dividindo-se o valor 29,0 (R) por 12, obtém-se como quociente o número de átomos de C, e o resto é equivalente ao número de átomos de H.

29 / 12 = 2, restando 5, que é o número de hidrogênios.

Logo o radical R = CH_3-CH_2-, radical etila

b) Se R = etila, o aldeído monobromado terá a seguinte estrutura:

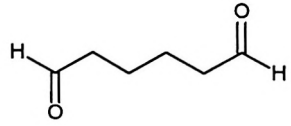


e seu nome oficial é 2-bromobutanal.

31

a) X é produto da desidratação de um álcool, logo

X = ciclo-hexeno

Y =  Hexanodial

Aldeídos sofrem oxidação produzindo ácidos carboxílicos.

b) X = C_6H_{10} = 82 g/mol

Calculando o percentual de carbono:

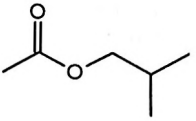
82 g	-	100%
72 g	-	C %

C = 87,80%, logo H = 12,20%

c) Y é um aldeído, neste caso com 2 grupamentos funcionais (carbonila).

32

a) Veja a figura a seguir:



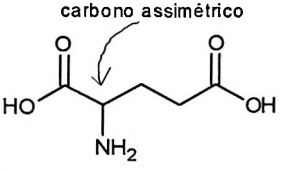
Função: éster.

b) Os ésteres podem ser produzidos a partir da reação entre um ácido carboxílico e um álcool (Reação de Esterificação), representada a seguir:

O ácido é o etanóico, e o álcool é o metil propan-1-ol.

33

a)



Vale salientar que o grupamento amino não pode ser colocado no carbono 3, pois nesse caso este não seria um carbono assimétrico.

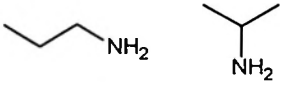
b) Em 1 mol de ácido glutâmico temos $6,02 \times 10^{23}$ moléculas, logo em 0,5 mol temos $3,01 \times 10^{23}$ moléculas.

Em cada molécula temos um total de 5 + 9 + 1 + 4 = 19 átomos. Então, o número total de átomos será de:

$3,01 \times 10^{23}$ moléculas $\times$ 19 átomos/molécula = $5,72 \times 10^{24}$ átomos.

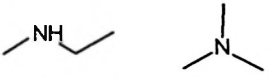
34

a) As fórmulas são:



propilamina ou 1-aminopropano

isopropilamina ou 2 - aminopropano



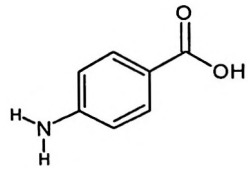
etilmetilamina

trimetilamina

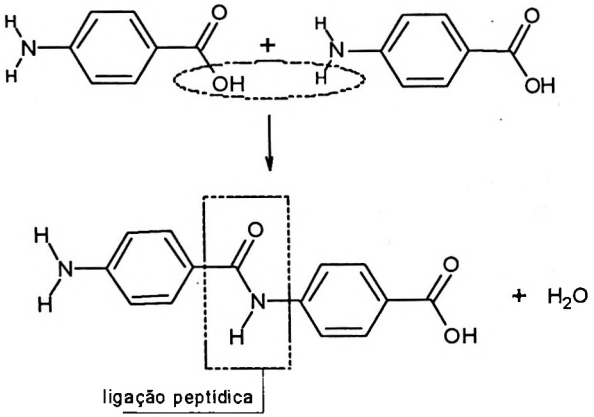
b) As quatro aminas são isômeras (apresentam a mesma massa molar) e a que possuir menor força intermolecular terá menor ponto de ebulição. A única amina que não estabelece ligação de hidrogênio (força intermolecular forte) é a trimetilamina, portanto tem menor ponto de ebulição.

35

a) O PABA tem a seguinte estrutura:

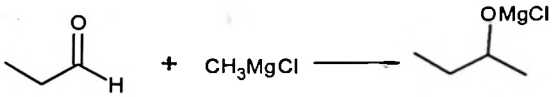


b) Ligação peptídica é a ligação entre o grupo ácido (-COOH) de uma molécula com o grupo básico ($-NH_2$) de outra molécula de um aminoácido. Desta forma:

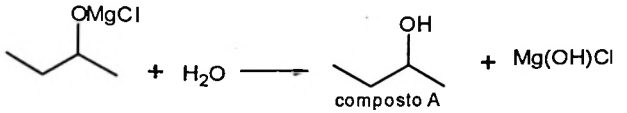


36

a) Os aldeídos e as cetonas podem sofrer reação de adição nucleofílica a carbonila através da reação com reagentes de Grignard, neste caso o cloreto de metilmagnésio.



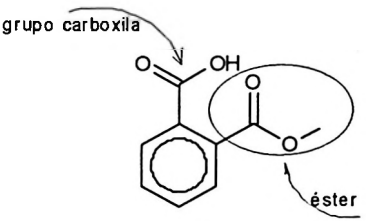
A hidrólise desse composto está representada abaixo:



O composto A é o butan-2-ol. Trata-se de um álcool secundário.

37 c

Este composto apresenta um grupo carboxila e um grupo éster, além do anel aromático.



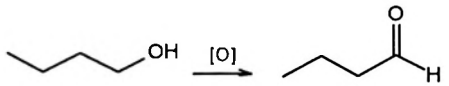
38 Os quatro compostos pertencem a função cetona, e, portanto, apresentam o mesmo tipo de força intermolecular (dipolo permanente). Neste caso, pode-se observar que a substância que apresenta maior ponto de ebulição é aquela de maior massa molar, neste caso a hexan-3-ona. Conseqüentemente, quanto maior a massa molar maior o seu ponto de ebulição. Assim:

Propanona	56 °C
Butanona	80 °C
Pentan-3-ona	101 °C
Hexan-3-ona	124 °C

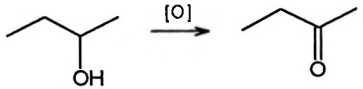
39 A oxidação de álcool primário produz aldeído que, quando oxidado, produz ácido carboxílico. A oxidação de álcool secundário produz cetona. Neste caso:

O composto butan-1-ol é um álcool primário (a hidroxila está li-

gada a carbono primário), logo sua oxidação vai produzir aldeído, o butanal.



O composto butan-2-ol é um álcool secundário (hidroxila ligada a carbono secundário), logo sua oxidação vai produzir butanona.



40

a) Como se trata de um ácido monocarboxílico, pode-se determinar a proporção de sua reação:

1 mol de ácido : 1 mol de NaOH

Determinação do número de mols (n):

n = M × V, onde M é a concentração em mol/L e V é o volume, em litros.

Então, $n_a = n_b$.

$n_a = M_a \times V_a = Ma \times 0,1$ L

$n_b = M_b \times V_b = 0,100$ mol/L $\times$ 62,4 $\times 10^{-3}$ L

Como $n_a = n_b$, temos:

$M_a \times 0,1L = 0,100$ mol/L $\times$ 62,4 $\times 10^{-3}$ L

$M_a = 62,4 \times 10^{-3}$ mol/L

$$\text{Se } M_a = \frac{m_a}{MM \times V} \Rightarrow 62,4 \times 10^{-3} \text{ mol/L} = \frac{0,550 \text{ g}}{MM \times 0,1L} \Rightarrow MM = 88,14 \text{ g/mol}.$$

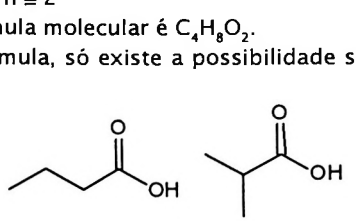
b) Como a fórmula mínima é $(C_2H_4O)n$, temos que:

$(12 \times 2 + 4 \times 1 + 16) \times n = 88,14$

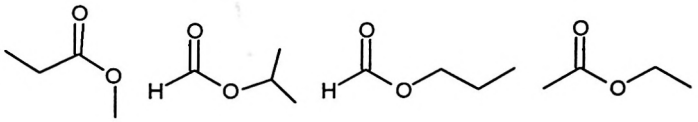
$44\ n = 88,14 \Rightarrow n \cong 2$

Portanto, a fórmula molecular é $C_4H_8O_2$.

c) Com esta fórmula, só existe a possibilidade se montar duas estruturas:

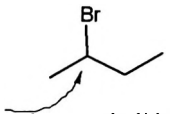


d) Para o ácido considerado, pode-se escrever quatro estruturas de ésteres, mostradas abaixo:

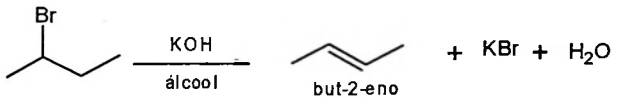


41

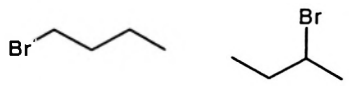
a) Se o composto de cadeia aberta apresenta isomeria óptica, deve apresentar carbono assimétrico. Logo:



Neste caso, em presença de base forte, em solução alcoólica, verifica-se uma reação de eliminação. Essa reação também forma but-1-eno, mas essa quantidade é muito pequena.

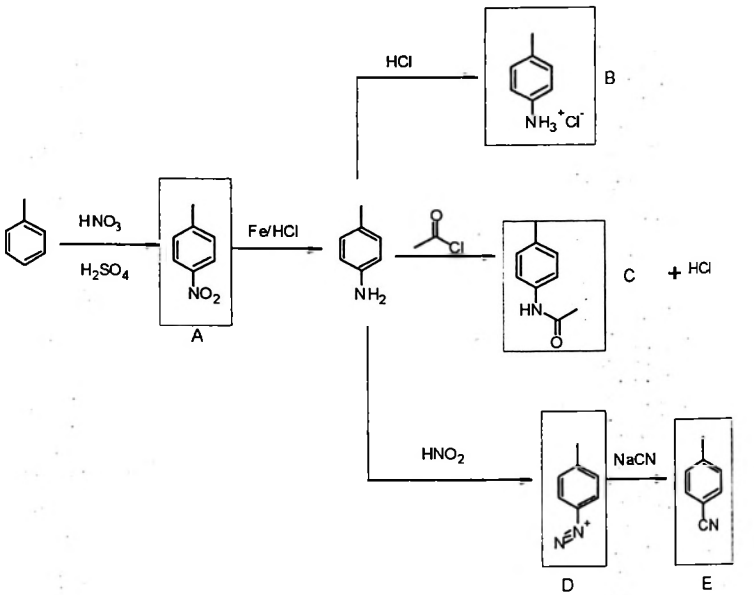


b) O composto C_4H_9Br pode apresentar também isomeria de posição.

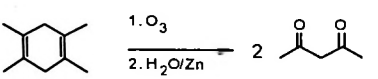


1-bromobutano 2-bromobutano

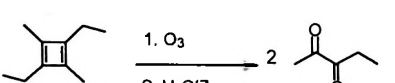
42 Observe os esquemas a seguir:



43 Já que o referido composto reage com 2 mols de bromo, podemos concluir que nele existem 2 ligações pi. Já que a sua ozonólise não produz aldeído (negativo para Teste de Tollens), podemos concluir que se trata de uma dicetona ($C_5H_8O_2$), que é o único produto da ozonólise de um composto cíclico com duas insaturações. Compostos possíveis:



pentano-2,4-diona



pentano-2,3-diona

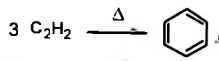
44 Em etapas:

ETAPA 1:

A reação de carbeto de cálcio com água produz acetileno e hidróxido de cálcio.

$CaC_2 + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$ (etino ou acetileno)

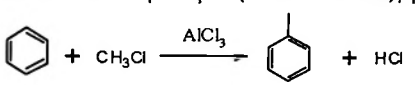
ETAPA 2:



cetileno forma benzeno.

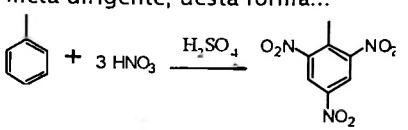
ETAPA 3:

Através da alquilação (Friedel-Crafts), pode-se produzir o tolueno.



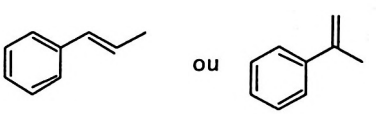
ETAPA 4:

O grupo **metila** é um orto-para dirigente, e os grupamentos **nitro** são meta dirigente, desta forma...



45 Se a partir de reação de hidrogenação, a massa aumenta em duas unidades pode-se concluir que o composto A é aromático (C_9H_{10}) e tem apenas uma insaturação na cadeia lateral.

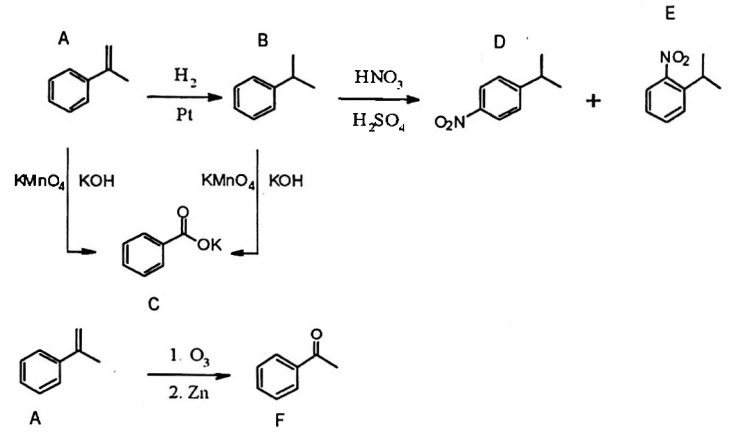
Quando **A** sofre reação de oxidação forma um único produto, $C_7H_5O_2K$, e quando o composto **B** sofre nitração gerando 2 isômeros, pode-se concluir que **A** apresenta uma única cadeia lateral e que esta deve ser orto-para dirigente. Desta forma, temos duas possibilidades para o composto **A**:



(1) (2)

Sabendo, também, que o composto de fórmula C_8H_8O, produto da ozonólise de A, é uma cetona (resultado negativo para o teste de Tollens), apenas a estrutura (2) é possível.

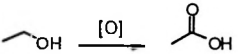
Esquematizando as reações, temos:



46 e

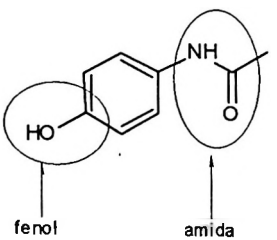
Apenas álcoois primários formam ácidos carboxílicos quando sofrem oxidação.

Álcoois secundários formam cetonas, enquanto álcoois terciários não sofrem oxidação.

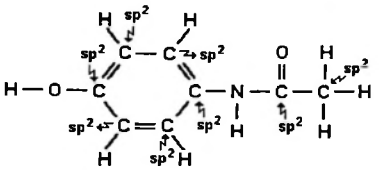


47 Pode-se notar o grupo OH ligado ao anel benzênico, além do grupo amida. Veja a figura:

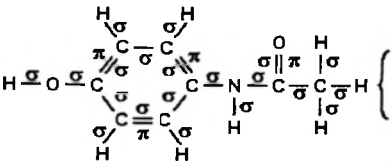
a)



b)



c)



20 ligações sigma (σ)
4 ligações pi (π)

Reações Orgânicas

01

a) Utilizando a equação de Clapeyron para os gases ideais:

$P \times V = n \times R \times T$

Substituindo os valores:

$V = 82\ m^3 = 82 \times 10^3$ litros

$m = 5 \times 4\ kg = 20\ kg = 20 \times 10^3\ g$

MM do éter = 74g/mol

$n = m/MM = 20 \times 10^3\ g / 74\ g/mol = 270,27$ mols

$T = 300\ K$

$P \times 82 \times 10^3 = 270,27 \times 0,082 \times 300$

$P = 8,11 \times 10^{-2}$ atm

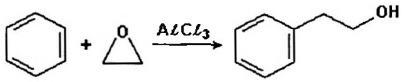
b) De acordo com os cálculos da letra a, o numero de mols é de 270,27.

Se 10% foram queimados, utilizaremos apenas 27,027 mols.

2530 kJ	-	1 mol de éter
X	-	27,027 mols de éter

X = 68378,38 kJ

02 Observe:

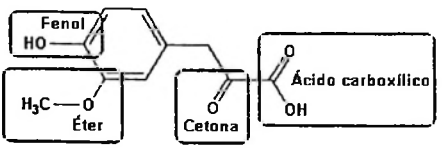


03 Como o óxido de etileno tem fórmula C_2H_4O, só pode apresentar como isômero um aldeído. Desta forma:

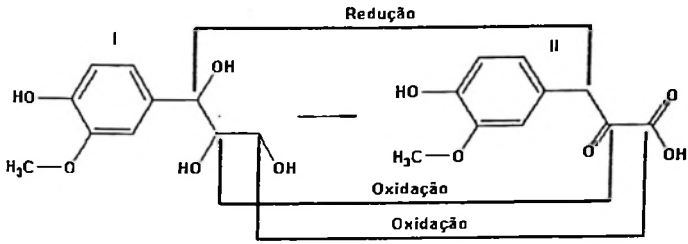
etanal, ou
acetaldeído, ou
aldeído acético

04

a) Observe:



b) Veja o esquema:



05

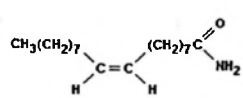
a) Cada mol de ácido reagirá com 1 mol de I_2, uma vez que os dois átomos de I_2 se adicionam à dupla ligação do ácido oléico.

Logo, $n(\text{ácido}) = n(I_2) \Rightarrow \frac{3 \times 10^{16}}{6 \times 10^{23}} = \frac{m}{254} \Rightarrow 1{,}27 \times 10^{-5}\ g$

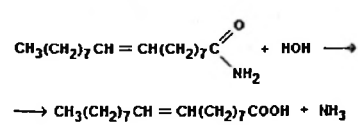
b) A parte da molécula do ácido oléico que interage com a água é a sua parte polar, ou seja, a carboxila. Esta interação é comumente chamada de ponte de hidrogênio.

06 Observe as fórmulas químicas a seguir:

a)

b) 

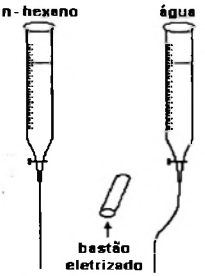
isômero cis da oleamida

c) 

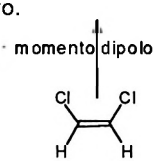
07

a) O "fio" da bureta que contém o n-hexano não sofre desvio significativo com a aproximação do bastão eletrizado. Esse fato se deve à característica apolar das moléculas do n-hexano. Efeito contrário

quando se faz este experimento com a água, que por ser polar, sofre desvio ao se aproximar do bastão eletrizado.



b) O "fio" do cis-1,2-dicloroeteno sofreria desvio ao se aproximar o bastão eletrizado, pois suas moléculas são polares, pois os átomos de cloro estão do mesmo lado do plano, fazendo com que o momento dipolo seja diferente de zero.



Quanto ao "fio" do trans-1,2-dicloroeteno, não sofreria desvio, pois suas moléculas são apolares.

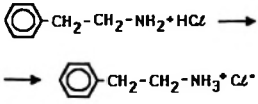
08

a) Como nenhum dos dois compostos reagiu com permanganato de potássio, isto é, sofreu oxidação, pode-se admitir que sejam ou um éter ou um álcool terciário. Logo, ocorre isomeria de função. O isômero I tem maior ponto de ebulição, pois apresenta ligação de hidrogênio.

b) O isômero I não reagiu com a solução ácida de $KMnO_4$, pois é um álcool terciário e não sofre oxidação. O nome oficial do composto é metil propan-2-ol.

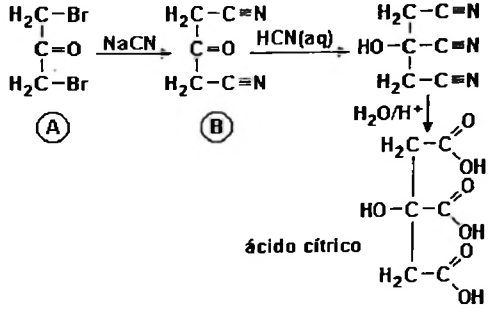
09 Observe:

a)



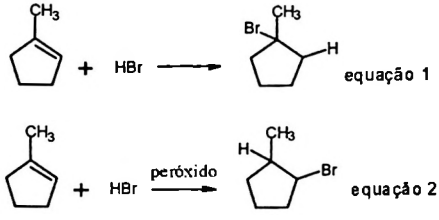
b) fenol, álcool e amina secundária

10 O esquema abaixo resolve todos os itens:

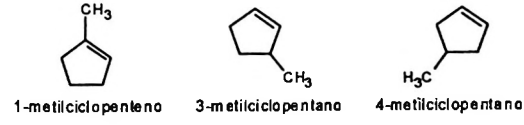


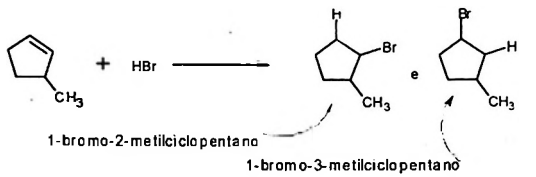
11 Observe:

a)



b)

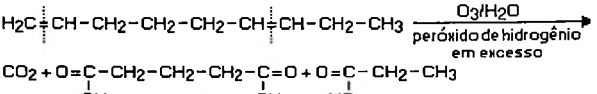


c) 

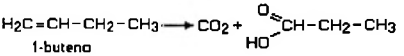
O metilciclopenteno que, ao reagir com HBr, quer na presença, quer na ausência de peróxido, forma uma mistura de metilciclopentanos monobromados isômeros de posição é o 3-metilciclopenteno. Esse fato pode ser justificado pela equação acima.

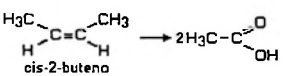
A reação na presença de peróxido produzirá os mesmos isômeros de posição, porque os carbonos da dupla, onde ocorre a adição, são igualmente hidrogenados.

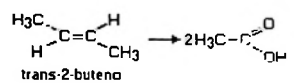
12 Já que o produto apresenta um ácido com 2 grupos carboxila, o composto deve apresentar 2 ligações duplas. Como é formado CO_2, uma das insaturações deve estar no segundo carbono. Como se forma, também, ácido propanóico, a outra insaturação deve estar localizada no carbono indicado na figura abaixo:

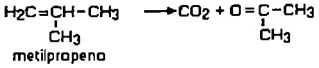
a) 

b) Considerando os isômeros e os produtos formados na reação indicada, temos:

Isômero 1 

Isômero 2 

Isômero 3 

Isômero 4 

Podemos perceber que os isômeros 2 e 3 originam o mesmo produto, por esse motivo não podem ser distinguidos por esse processo.

13

a) O processo que apresenta maior porcentagem de átomos incorporados ao produto é o II:

I) $C_6H_6 + 9/2\ O_2 \rightarrow C_4H_2O_3 + 2\ CO_2 + 2\ H_2O$

21 átomos dos reagentes — 9 átomos dos reagentes no produto (42,86%)

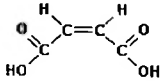
II) $C_4H_8 + 3\ O_2 \rightarrow C_4H_2O_3 + 3\ H_2O$

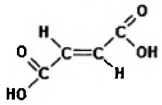
18 átomos dos reagentes — 9 átomos dos reagentes no produto (50,00%)

III) $C_4H_{10} + 7/2\ O_2 \rightarrow C_4H_2O_3 + 4\ H_2O$

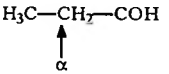
21 átomos dos reagentes — 9 átomos dos reagentes no produto (42,86%)

b) O processo II. Além de apresentar a maior economia atômica, não gera poluentes. Nos 3 processos a matéria prima não é renovável.

c) 

d) 

14



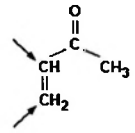
C α é o C vizinho à carbonila, aldeídica ou cetônica.

a) O reagente é o propanal, pois apresenta átomo de H ligado a carbono α. O benzaldeído e a fenil terc-butil cetona não proporcionam reação aldólica, exatamente por **não** apresentarem H ligado ao carbono α.

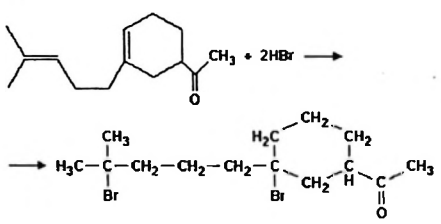
b) $H_3C - CH_2 - COH + H_3C - CH_2 - COH \rightarrow H_3C - CH_2 - CH(OH) - CH(CH_3) - COH$ (aldol)

15 Observe:

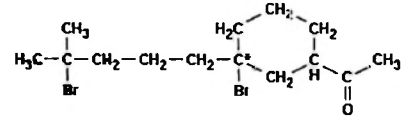
a)



b)



c)



16

a) Cálculo das fórmulas de **A** e **B**

C = 54,6 g / 12 g/mol = 4,55 / 2,28 = 2

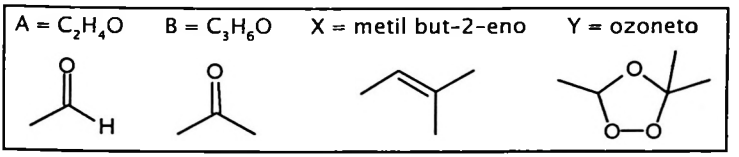
H = 9,1 g / 1,0 g/mol = 9,1 / 2,28 = 4

O = 36,6 g / 16 g/mol = 2,28 / 2,28 = 1

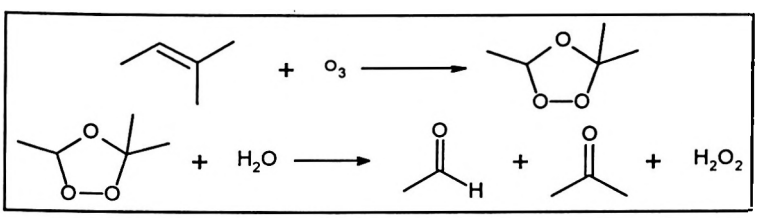
Logo, a fórmula do composto **A** é C_2H_4O (aldeído).

C = 62,2 g/ 12 g/mol = 5,18 / 1,71 = 3
H = 10,4 g / 1,0 g/mol = 10,4 / 1,71 = 6
O = 27,4 g / 16 g/mol = 1,71 /1,71 = 1

Logo, a fórmula do composto **B** é C_3H_6O (cetona).



b) As reações são:



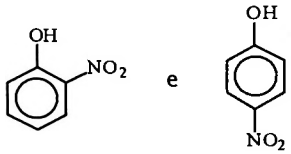
17 A temperatura de hidrogenação de cicloalcanos aumenta com o aumento da quantidade de átomos de carbono na cadeia, pois a estabilidade da cadeia cíclica está aumentando.

O ângulo normal dos carbonos com ligações simples é de 109° 28'. No entanto, para formar o anel do ciclopropano, por exemplo, as ligações devem ser flexionadas até o ângulo de 60°. Isso cria uma tensão nas ligações, e uma conseqüente instabilidade na molécula.

18

a) O grupo hidroxila é um radical orto-para dirigente ativador do anel aromático.

b) As estruturas são



19

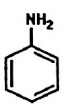
a) $CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$ ou $CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$

Porque o teste trata de uma oxidação branda que somente ocorre com ligações pi (π) presentes na estrutura.

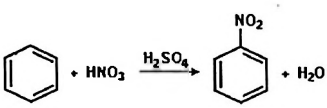
b) 1,2-dimetil-ciclopropano; ciclopentano

20

a)

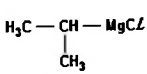


b)

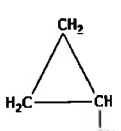


21

a) Cloreto de isopropil-magnésio ou cloreto de secpropil-magnésio.



b) Sendo isômeros, possuem a mesma fórmula molecular e, conseqüentemente, apresentam as mesmas porcentagens em massa de seus elementos químicos.



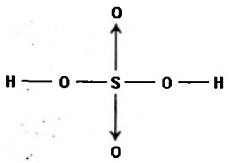
22

a) Ressonância ou elétrons π deslocalizados

Substituição eletrofílica

$HNO_3 + H_2SO_4 \leftrightarrows H_2NO_3^+ + HSO_4^-$

b)



23

a) A oxidação enérgica de alcenos produz gás carbônico quando a insaturação está em um carbono primário, e cetonas quando a insaturação está em carbono terciário.Logo, os átomos de carbono insaturados são classificados como primário e terciário.

b) Sabe-se que 1 mol de alceno corresponde a 1 mol de CO_2:

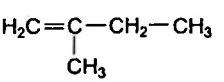
M	-	22,4 L
3,50 g	-	1,12 L

M = 70 g / mol

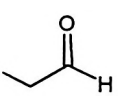
Como a fórmula mínima de um alceno é C_nH_{2n}:

$(12\ n + 2\ n) = 70 \rightarrow 14\ n = 70 \rightarrow n = 5$ C_5H_{10}

Então, a fórmula estrutural plana do alceno deve apresentar um carbono primário e um terciário formando um dupla ligação.

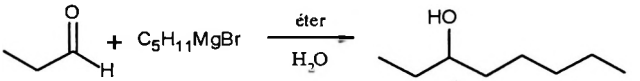


A cetona formada nessa oxidação é a **butanona**, e o nome do isômero de cadeia normal é o aldeído de quatro carbonos, o **butanal**.



24

a) Como a cetona C tem cadeia normal, o composto **A** deve ser um aldeído. Com a adição à carbonila, vai produzir um álcool, conforme as reações abaixo:

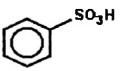


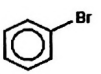
Este álcool secundário (octan-3-ol) sofre oxidação gerando a cetona C (octan-3-ona). Logo **A** é o propanal e **B** é o octan-3-ol.

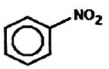
b) Oxidação.

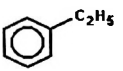
25

a) Observe as fórmulas estruturais:

X 

Y 

W 

Z 

b) O composto **W** é o nitrobenzeno, de fórmula molecular $C_6H_5NO_2$ (123 g/mol). Calculando o teor de carbono:

123,0 g	-	100%
72,0 g	-	x

x = 58,54% de carbono

c) I = sulfonação
II = halogenação
III = nitração
IV = alquilação

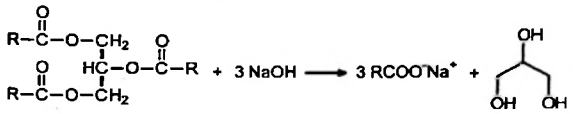
26

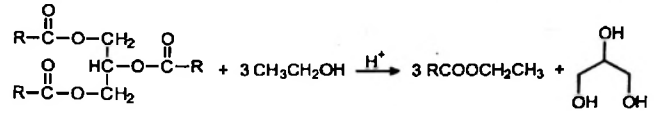
a) sp^3 e sp^2

b) Na primeira estrutura formará uma cetona (oxidação de álcool secundário) e, no caso da segunda estrutura, não há reação de oxidação uma vez que o álcool é terciário.

c) Sim. Ambas possuem carbono assimétrico.

27 Observe as equações a seguir:

a) 

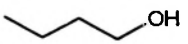
b) 

28

A O álcool de menor massa molar possível, que não sofre oxidação nas condições da questão, deve ser álcool terciário mais simples: metil-propan-2-ol.

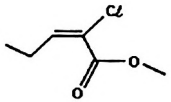
B Como a massa dessa substância é 14 g/mol menor que a do frasco C (ou A), conclui-se que essa substância possui um grupo CH_2 a menos que a substância do frasco C. Assim, pelo fato de o produto da oxidação ser uma cetona, apenas o propan-2-ol atende aos dados da questão.

C Como o álcool do frasco C é isômero do álcool do frasco A, e produz um ácido carboxílico por oxidação, ele tem de ser um álcool primário. Assim, apenas o butan-1-ol atende aos dados da questão.



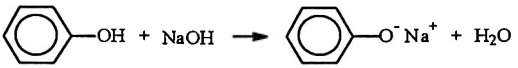
29

a) Já que ocorre a hidrólise do éster, temos a formação de ácido carboxílico e álcool, logo **B** é o ácido 2-cloro-pent-2-enóico e **C** o metanol. Com a hidrogenação da insaturação existente, **D** é ácido 2-cloro pentanóico.

b) 

30

a) Ka (fenóis) > Ka (álcoois), pois os fenóis tem caráter ácido mais acentuado, pois reagem com bases fortes.

b) 

O "sal de fenol" é o fenóxido de sódio ou fenolato de sódio.

31

a) O composto de potássio presente no resíduo sólido (cinzas) é o óxido de potássio (K_2O), que reage com a água da seguinte maneira:

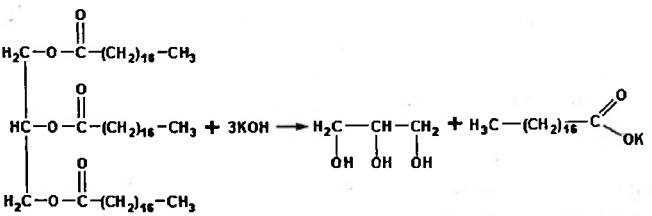
$K_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2\ KOH(aq)$

O meio fica básico devido à formação do hidróxido de potássio (KOH), e o pH da solução resultante será maior do que 7.

b) Reação de saponificação:

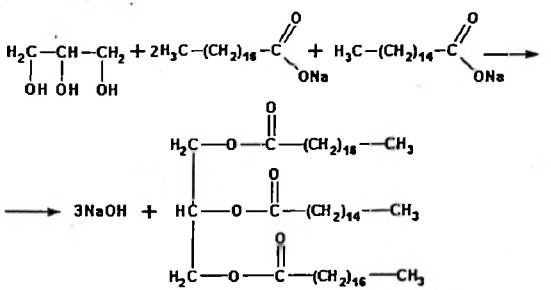
gordura animal + cinzas → glicerina + sabão (sal orgânico)

Observe o esquema:

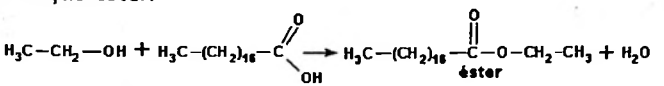


32

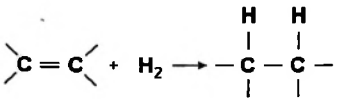
a) A reação é de saponificação. A partir da reação inversa dada, temos:



b) Função éster:



33

a) 

b) Podemos representar o ácido linoléico pelas seguintes fórmulas moleculares:

$C_{18}H_{32}O_2$ ou $C_{17}H_{31}COOH$

A fórmula de um alcano (hidrocarboneto saturado) é C_nH_{2n+2}.

Um radical monovalente saturado tem fórmula C_nH_{2n+1}.

As fórmulas gerais dos ácidos graxos são:

$C_nH_{2n+1}COOH$ - saturado

$C_nH_{2n-1}COOH$ - uma dupla ligação

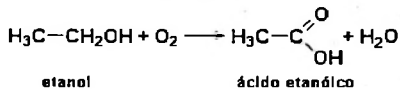
$C_nH_{2n-3}COOH$ - duas duplas ligações

Conclusão: o ácido linoléico apresenta em sua cadeia carbônica duas duplas ligações.

$C_{17}H_{31}COOH$ corresponde a $C_nH_{2n-3}COOH$.

34

a) O vinho contém álcool etílico (etanol). Este sofre oxidação, transformando-se em ácido acético (ácido etanóico), conforme equação:



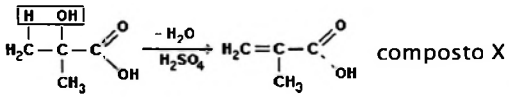
O vinho "vira vinagre".

b) Devido ao menor volume de vinho, a garrafa não cheia continha maior quantidade de O_2 em seu interior e, como não estava guardada na geladeira, para diminuir a temperatura, e conseqüentemente, a velocidade da reação química, esta garrafa teve a velocidade da reação de oxidação acelerada.

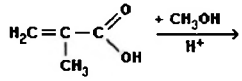
35

a) Nome oficial do composto de partida: ácido metil-2-hidroxipropanóico.

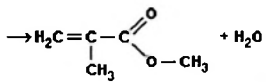
Nome oficial do composto X: ácido metilpropenóico.



b) X com metanol resulta numa reação de esterificação:

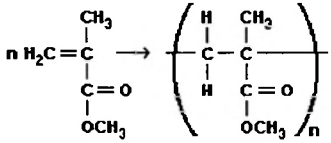


composto X



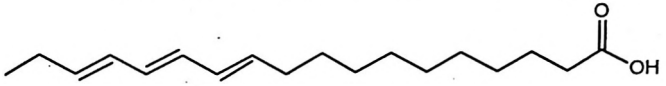
composto Y

Y é um éster e seu nome oficial é metilpropenoato de metila, que é o monômero na reação de polimerização:



36

a) Uma estrutura do ácido graxo representado por C_{18}:3 ω 3 é:



A primeira dupla ligação localiza-se no carbono 3 a partir da extremidade oposta do radical carboxila. As outras duplas ligações podem estar situadas em outros carbonos diferentes do exemplo acima.

b) A fórmula molecular do ácido é $C_{18}H_{30}O_2$, com massa molar = 278 g/mol.

Para cada mol do ácido, temos um consumo de 3mol de I_2, pois a ácido tem três duplas ligações em sua cadeia. Então:

278 g $C_{18}H_{30}O_2$	-	3 mols de I_2
5,56 g $C_{18}H_{30}O_2$	-	X

X = 0,06 mol de iodo

37 A oxidação de álcool secundário produz cetona, neste caso a propanona.

Semi-reação de redução: $Cr_2O_7^{2-} + 6\ e^- + 14\ H^+ \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 7\ H_2O$

38

a) Sabe-se que $\Delta H = H_{produtos} - H_{reagentes}$.

Para a reação propeno + H_2 → propano, temos que:

$$\Delta H = H_{propano} - \left(H_{propeno} + H_{hidrogênio}\right)$$

Sendo $H(H_2) = 0$, $\Delta H = -25 - (+5) = -30$ kcal/mol

Utilizando os valores de energia de ligação:

$$H_3C{-}CH{=}CH_2 + H_2 \longrightarrow H_3C{-}CH_2{-}CH_3$$

reagentes = endotérmico	produtos = exotérmico
6 × (C-H) + 1 × (C-C) + 1 × (C=C) + H-H	8 × (C-H) + 2 × (C-C)
6 × 99 + 83 + 147 + X	8 × 99 + 2 × 83
594 + 83 +147 + X	792 + 166
824 + X	958

824 + X - 958 = -30

X = 104 kcal/mol

b) A reação de ácido clorídrico com propeno vai produzir em maior quantidade seguindo a regra de Markovnikov. A parte positiva do reagente se liga ao átomo de carbono da dupla de modo a formar o carbocátion mais estável, neste caso o carbono secundário.Observe:

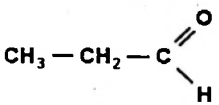
$$CH_2 = CH - CH_3 + HC\ell \longrightarrow CH_3 - \underset{C\ell}{CH} - CH_3$$

39

a) 2,2-dicloro propanal, devido a presença dos átomos de cloro(elétron-atraentes.)

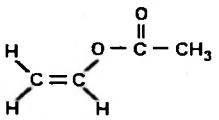
Dois isômeros de posição: 2,2-dicloro propanal e 2,3-dicloro propanal.

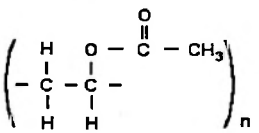
b) Por possuir a menor massa molar, o propanal apresenta o menor ponto de ebulição.



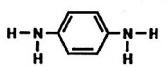
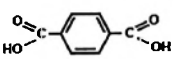
Polímeros

01 Observe a figura a seguir:

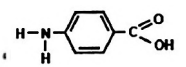
a) 

b) 

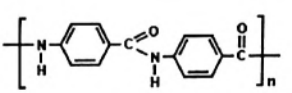
02 Observe as fórmulas estruturais a seguir:

a)  e 

p-diaminobenzeno ácido p-benzenodióico

monômero: 

b) ácido para-aminobenzóico

polímero: 

c) Os náilons.

03

a) Com relação aos comportamentos apresentados no primeiro aquecimento, é possível concluir: o polímero **A** é termoplástico, uma vez que o aquecimento acarretou uma mobilidade segmental em suas cadeias poliméricas, deixando-o flexível; o polímero **B** é termorrígido (ou termofixo), pois o aquecimento, ao promover ligações cruzadas em suas cadeias, tornou o material reticulado e, conseqüentemente, rígido.

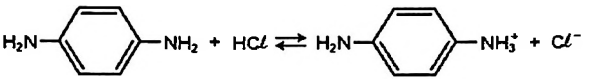
b) Portanto, ao serem submetidos a um novo aquecimento, o polímero **A** voltará a apresentar-se flexível, enquanto o polímero **B** continuará rígido, uma vez que a reticulação das cadeias é um processo

irreversível. Levando em consideração que a solubilidade dos polímeros em solventes orgânicos está baseada na capacidade que esses solventes apresentam em separar as cadeias poliméricas em função de ligações intermoleculares polímero/solvente, pode-se concluir que o polímero **A** poderá apresentar solubilidade em determinados solventes, ao passo que o polímero **B** irá se apresentar insolúvel devido à presença de ligações cruzadas em suas cadeias.

04

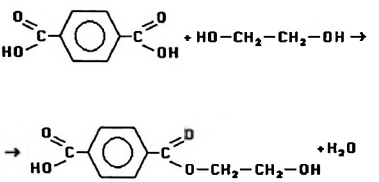
a) Classificação: policondensação, processo que se caracteriza principalmente pela reação em etapas, com geração de sub-produtos, velocidade lenta de formação de polímero, que por sua vez apresenta baixa massa molar (grau de polimerização médio da ordem de 10^4).

b) Observe a equação a seguir:



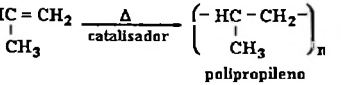
05

a) Observe a equação a seguir:



b) Éster.

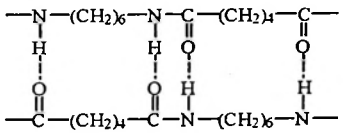
06 O propileno, devido ao fato de, assim como o estireno, também ser um monômero olefínico, com possibilidade de crescimento da cadeia a partir da quebra da insaturação presente em suas estruturas químicas.



07

a) O polímero mais resistente à tração é o náilon, devido ao fato de as atrações intermoleculares entre as suas cadeias poliméricas serem mais intensas que no polietileno.

b) Observe a figura a seguir:



O principal tipo de interação entre essas cadeias poliméricas são as pontes de hidrogênio.

08 Item a item:

1. $H-C\equiv C-H + HCl \longrightarrow H_2C=C(H)(Cl)$

2. $H-C\equiv C-H + HCN \longrightarrow H_2C=C(H)(CN)$

a)

3. $H-C\equiv C-H + H_3C-C(=O)-OH \longrightarrow H_2C=C(H)-O-C(=O)-CH_3$

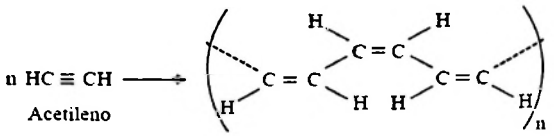
4. $H-C\equiv C-H + Cl_2 \longrightarrow Cl-C(H)=C(H)-Cl$

b) Todos. Pois apresentam ligação pi carbono-carbono, que ao se romper permite a polimerização por adição.

c) PVC - policloreto de vinila
Poliacrilonitrila
PVA - poliacetato de vinila
Poli(trans-dicloro-eteno)

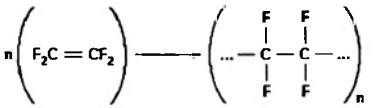
09 d

Quando no estado sólido, a condução de energia se deve a elétrons livres ou deslocalizados. Na estrutura do poliacetileno mostrada abaixo, pode-se observar as ligações duplas conjugadas - elétrons π deslocalizados.



10

a) A reação recebe o nome de polimerização e pode ser assim representada:



b) O teflon é resistente a altas temperaturas e pode ser utilizado no revestimento de peças metálicas, tais como panelas e frigideiras.

c) Polietileno. Neste caso, o reagente seria o etileno (eteno), que sofre reação de polimerização, e forma como produto o polietileno, $(-CH_2-CH_2-)_n$

TÓPICOS ESPECIAIS

QUÍMICA DESCRITIVA

01	e	02	a	03	d	04	e
05	d	06	e	07	b	08	a
09	d	10	b	11	c	12	b

13 coque: agente redutor; calcário: eliminar as impurezas.

14 $Fe_2O_3 + 3\ CO \rightarrow 2\ Fe + 3\ CO_2$

15 monóxido de carbono (CO) ou coque (C).

16	b	17	e	18	e	19	a
20	d						

21

I. $2\ Cl^-(aq) + 2\ H_2O \rightarrow H_2 + Cl_2 + 2\ OH^-(aq)$

II. $Cl_2 + 2\ OH^-(aq) \rightarrow Cl^-(aq) + ClO^-(aq) + H_2O$

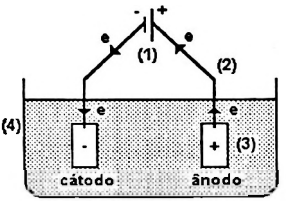
22	c	23	c	24	a	25	c
26	a	27	e	28	e	29	a
30	d	31	b				

32 d

Octanagem mede a resistência da gasolina à detonação por compressão. Quanto maior, possibilita melhor desempenho do motor. Atribui-se octanagem 100 ao iso-octano (2,2,4-trimetil pentano) e 0 ao n-heptano. Assim, uma gasolina com octanagem 70 tem desempenho idêntico a uma mistura de 70% de iso-octano e 30% de n-heptano. Uma das maneiras de melhorar o desempenho de uma gasolina é a adição de anti-detonantes, como por exemplo o TEL (chumbo tetra-etila).

33	b	34	b

35 O hidróxido de sódio (soda cáustica) é obtido em escala industrial utilizando a eletrólise de solução aquosa do cloreto de sódio. Podemos esquematizar o processo da seguinte maneira:



(1) gerador
(2) fios condutores
(3) eletrodos de platina
(4) cuba eletrolítica

Dentro da cuba eletrolítica temos a dissociação do sal e uma pequena ionização da água. Nos dois eletrodos teremos as seguintes semi-reações:

semi-reação catódica $2\ H_2O(l) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g) + 2\ OH^-(aq)$ redução
semi-reação anódica $2\ Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2\ e^-$ oxidação

A reação global pode ser escrita:

$$2\ NaCl(aq) + 2\ H_2O(l) \rightarrow 2\ NaOH(aq) + H_2(g) + Cl_2(aq)$$

Como subprodutos temos H_2 e Cl_2. O hidrogênio é usado como combustível e nas reações de hidrogenação que produzem a gordura vegetal hidrogenada, e o cloro é usado como bactericida e alvejante.

36

a) A água de irrigação, proveniente de rios e lagos, contém sais. Se a irrigação é usada repetidamente, o solo acaba por ficar com elevada concentração de sais.

b) Porque é praticamente pura, não contendo sais.

37

a) Não, porque a reação do H_2 com o O_2 regenera a água.

b) Não, porque o O_2 produzido é consumido na reação de combustão do H_2.

38 A seqüência de obtenção dos gases é dada pela ordem dos pontos de ebulição:

N_2		Ar		O_2
-196 °C	→	-186 °C	→	-183 °C

39

a) $2\ KBrO_3(s) \rightarrow 2\ KBr(s) + 3\ O_2(g)$

O gás formado é o oxigênio.

b) Não, pois todos os materiais utilizados na composição dos pães são constituídos por substâncias, e conseqüentemente por elementos químicos.

40

a) diminuição da camada de ozônio.

b) CF_2Cl_2 - carbono, flúor e cloro.

c) todos utilizam o freon (CF_2Cl_2)

41

a) nitrogênio, N_2 e oxigênio, O_2

b) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO(g)$

agente redutor: N_2

42 d

Esta é a equação "clássica" da siderurgia.

43 d

Água régia é uma mistura de ácidos nítrico e clorídrico, concentrados, e ela ataca o ouro, produzindo ácido cloroáurico, $HAuCl_4$.

44 A preparação do ácido nítrico em larga escala e de forma economicamente viável parte da água e do ar, tendo amônia como intermediário. As etapas são as seguintes:

1) separação do N_2 dos outros componentes do ar por liquefação seguida de destilação fracionada.

2) obtenção de H_2 por eletrólise da água: $2\ H_2O \rightarrow 2\ H_2 + O_2$

3) produção de amônia: $N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$

4) oxidação (combustão) da amônia: $4\ NH_3 + 5\ O_2 \rightarrow 4\ NO + 6\ H_2O$
5) oxidação do NO: $2\ NO + O_2 \rightarrow 2\ NO_2$
6) reação do NO_2 com água: $2\ NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3$
7) decomposição do ácido nitroso: $3\ HNO_3 \rightarrow HNO_3 + 2\ NO + H_2O$

O NO desta etapa 7 retorna à etapa 5, aumentando a eficiência e o rendimento do processo.

45

a) No instante zero (0).

b) Transformações microbiológicas anaeróbicas ocorrem na ausência de gás oxigênio (O_2). Essas transformações podem ocorrer no intervalo de 1,2 até 11,5.

c) Dentre os produtos gasosos que aparecem no aterro sanitário, são combustíveis H_2 e CH_4. Esses gases estão presentes no intervalo de 1,2 até 12. O melhor intervalo para aproveitar o gás emanado no aterro como combustível será aquele em que a composição em porcentagem por volume de metano é a maior possível. Vamos considerar as misturas contendo pelo menos 50% de metano. Isso acontece entre 4 e 10,5.

A equação da reação de queima para obtenção de energia térmica é:

$$CH_4(g) + 2\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(g) \qquad \Delta H < 0$$

46

a) $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

b) -38°C

c) Quanto mais concentrada a solução, mais seu ponto de congelamento se aproximará do ponto de congelamento do ácido sulfúrico puro, que é de 10,35 °C. Assim, H_2SO_4 98% corresponde à temperatura de congelamento de 3 °C. Não há dados na questão para o candidato decidir qual das concentrações, 78% ou 93%, corresponde à temperatura de -38°C. Lembramos que o sistema H_2SO_4 / H_2O nada tem de simples.

47

a) Somando as equações I e III, esta última multiplicada por 4, obtemos a equação II:

I. $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4\ C_2H_6O + 4\ CO_2$
III. $4\ C_2H_6O + 12\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 12\ H_2O$
II. $C_{12}H_{22}O_{11} + 12\ O_2 \rightarrow 11\ H_2O + 12\ CO_2$

A formação do etanol libera CO_2 (não venenoso) e a combustão do etanol produz CO_2 e H_2O (não venenosos). Além disso, todo o CO_2 liberado na queima do açúcar (12 CO_2) é consumido na fotossíntese (12 CO_2).

O açúcar é renovável devido à fotossíntese:

$$12\ CO_2 + 11\ H_2O \xrightarrow{luz} C_{12}H_{22}O_{11} + 12\ O_2$$

b) A equação I mostra que $n(C_{12}H_{22}O_{11}) = \frac{n(C_2H_6O)}{4}$. Assim:

$$\frac{m(C_{12}H_{22}O_{11})}{MM(C_{12}H_{22}O_{11})} = \frac{m(C_2H_6O)}{4 \times MM(C_2H_6O)}.$$

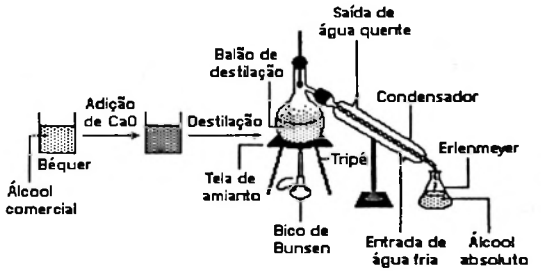
$$\frac{14 \times 10^{12}\ g}{342\ g/mol} = \frac{m(C_2H_6O)}{4 \times 46\ g/mol}.$$

Resolvendo, obtemos $m(C_2H_6O) = 7{,}53 \times 10^6$ t.

48 O álcool obtido a partir da destilação não é puro, pois forma com a água uma mistura azeotrópica contendo 95,6% em massa de álcool e 4,4% de água, que ferve a uma temperatura constante e inferior ao ponto de ebulição do álcool, e esse é o álcool comercial. Para se obter álcool absoluto (99,5% em massa de álcool), devemos retirar água do sistema usando uma substância desidratante. Podemos adicionar cal virgem (CaO) ao álcool comercial, que reage com a água, formando cal hidratada ($Ca(OH)_2$).

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

Podemos fazer agora uma destilação simples e obter o álcool absoluto.



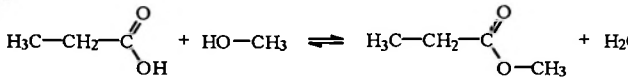
Práticas de Laboratório

01

a) O colega abriu a torneira, para permitir que o HCl(g) entre em contato com a água líquida.

b) Quando o HCl(g) entra em contato com a água, dissolve-se nela. Assim, aberta a torneira, a pressão interna no balão vai diminuindo gradualmente. Quando a pressão externa se torna maior que a interna, a água sobe rapidamente, produzindo um efeito visual semelhante ao de um chafariz. A água que continha tornassol azul assume uma coloração vermelha característica do indicador tornassol em meio ácido.

02 O éster propanoato (propionato) de metila pode ser obtido em laboratório através da reação entre o ácido propanóico (propiônico, na nomenclatura usual) e o metanol.



Pode ser acelerada por adição de catalisador, aumento de temperatura ou aumento da concentração dos reagentes. O rendimento pode ser aumentado com um agente desidratante, o que desloca o equilíbrio no sentido de formar o propionato de metila.

03 O processo depende de aparelhagem de laboratório adequada: um kitassato e um funil de separação. O sal é colocado no kitassato e o ácido sulfúrico no funil de separação. Quando o ácido cai sobre o sal observa-se a seguinte reação:

$$2\ NaCl(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2\ HCl(g)$$

04 Processo em 3 etapas:

- primeira etapa: filtração para separar o cloreto de prata (fase sólida) dos outros componentes.
- segunda etapa: destilação fracionada para a obtenção da acetona a partir da coluna de fracionamento e do condensador.
- terceira etapa: destilação simples para separar a água do cloreto de sódio que restará no balão de destilação.

05 a

$Mg(s) + 2\ H_2O(l) \rightarrow Mg(OH)_2(s) + H_2(g)$

I. correto - precipitado de $Mg(OH)_2$.
II. correto - reação exotérmica.
III. correto - fenolftaleína em meio básico.
IV. correto - produção de hidrogênio.

06

• primeiro teste: adicionar pequenas quantidades de cada solução a uma superfície de mármore: a que borbulhar é a solução de ácido clorídrico. A reação produz gás carbônico, e é conhecida como efervescência.

$$CaCO_3(s) + 2\ HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

• segundo teste: suco de repolho roxo pode ser utilizado como indicador ácido-base. Em dois recipientes colocam-se pequenas quantidades das duas soluções. Adicionando-se o suco de repolho roxo, o que apresentar coloração vermelha é o de solução de ácido clorídrico e o que apresentar coloração verde é o de solução de hidróxido de sódio.

07

a) nos primeiros minutos seguintes à homogeneização da mistura, não se observa descoramento da solução de permanganato porque a velocidade da reação é pequena. O sulfato de manganês age como catalisador (na verdade o íon Mn^{2+}), aumentando a velocidade da reação.

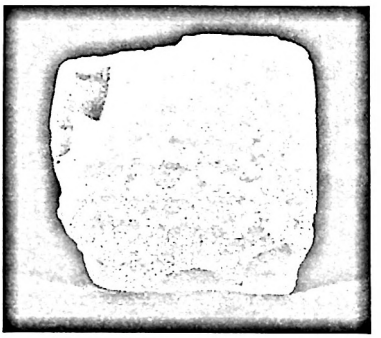
b) $2\ KMnO_4(aq) + 4\ H_2SO_4(aq) + 5\ H_2C_2O_4(aq) \rightarrow 1\ K_2SO_4(aq) + 2\ MnSO_4(s) + 10\ CO_2(aq) + 8\ H_2O(l)$

A reação se presta bastante bem ao balanceamento pelo método do íon-elétron. Seu professor já a deve ter resolvido como exemplo.

08

a) O talco se depositará no fundo do béquer.

b) Na verdade, o talco não flutua na água - ele é mais denso que ela (vide abaixo).



Bloco de talco

O talco, esteatita ou esteatite é um mineral filossilicato, com composição química $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$. Cristaliza no sistema monoclínico, sendo os cristais muito raros. Apresenta-se geralmente em massas fibrosas ou foliadas. A sua cor varia de branco a cinzento, verde-maçã a amarelada. Apresenta risca branca, brilho vítreo a nacarado, e é translúcido a opaco. É um mineral de baixa dureza (dureza 1 na escala de Mohs) e a densidade varia entre 2,7 a 2,8.

A fina camada de talco, inicialmente, permanece sobre a superfície da água devido às fortes interações intermoleculares existentes na água (pontes de hidrogênio); elas fazem que a tensão superficial da água seja elevada. Ao adicionarmos o detergente, essas interações são enfraquecidas, e por esse motivo o talco se deposita.

09 d

experimento 1 $MnO_2(s) + 4\ HCl(aq) \rightarrow MnCl_2(aq) + 2\ H_2O(l) + Cl_2(g)$

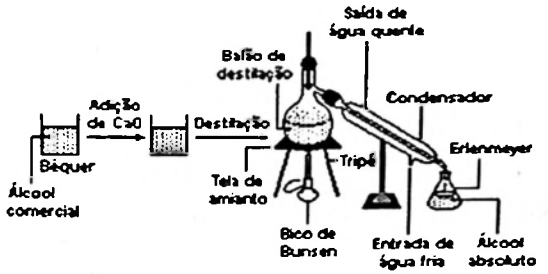
experimento 2 $Cl_2(g) + 2\ KI(aq) \rightarrow 2\ KCl(aq) + I_2(g)$

Poderia causar dúvidas a opção e. Observe que a concentração de íons manganês no $MnO_2(s)$, se existir, será constante. Dizemos "se existir" já que o MnO_2 apresenta fortes características covalentes. Por exemplo, MnO_2 não tem ponto de fusão, se decompõe em MnO e O_2 acima de 230 °C).

10 O álcool obtido a partir da destilação não é puro, pois forma com a água uma mistura azeotrópica contendo 95,6 % em massa de álcool e 4,4 % de água, que ferve a uma temperatura constante e inferior ao ponto de ebulição do álcool, e esse é o álcool comercializado. Para se obter o álcool absoluto (99,5% em massa de álcool), devemos retirar água do sistema usando uma substância desidratante. Podemos adicionar cal virgem (CaO) ao álcool comercial, a qual reage com a água, formando cal hidratada ($Ca(OH)_2$):

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

Podemos fazer agora uma destilação simples e obter o álcool absoluto.



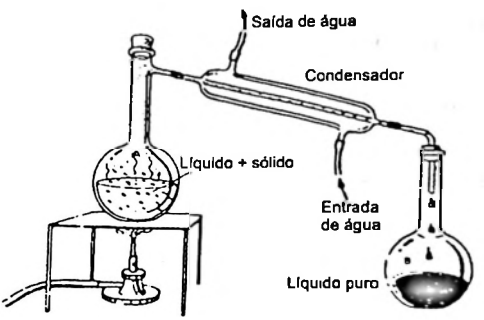
11 a

1. Dissolve-se mais sal, e a solução continua saturada. 1a
2. A solução se dilui. 2c
3. O fenol é mais solúvel em éter do que em água. 3b
4. A adição de etanol diminui a solubilidade da glicose. 4d
5. O nitrato de potássio se dissolve. 5a

12 d

O açúcar, substância orgânica, dissolve-se muito bem em água.

13 c



A água fria entra por baixo e sai por cima do condensador para que este se mantenha sempre cheio.

Equilíbrio Iônico série B

01 Hidrólise do NH_4CN:

	NH_4^+	+	CN^-	⇆	NH_3	+	HCN
início	M		M		0		0
estequiometria	$M\alpha$		$M\alpha$		$M\alpha$		$M\alpha$
equilíbrio	$M(1-\alpha)$		$M(1-\alpha)$		$M\alpha$		$M\alpha$

$$Kh = \frac{[NH_3]\times[HCN]}{[NH_4^+]\times[CN^-]} = \frac{M\alpha \times M\alpha}{M(1-\alpha)\times M(1-\alpha)} = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2}$$

Por outro lado, é conhecida a expressão $Kh = \frac{Kw}{Ka \times Kb}$. Aplicando valores numéricos e resolvendo, temos:

$$\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} = \frac{Kw}{Ka \times Kb} = \frac{1{,}0\times10^{-14}}{4\times10^{-10}\times1{,}8\times10^{-5}} = \frac{25}{18}$$

Resolvendo, a raiz de interesse é $\alpha = 0{,}541$.

Logo, $[HCN] = M\alpha = 0{,}20 \times 0{,}541 = 0{,}108$ mol/L.

Para calcular $[OH^-]$, usamos o equilíbrio da amônia:

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = Kb \times \frac{M\alpha}{M(1-\alpha)} = Kb \times \frac{\alpha}{(1-\alpha)}$$

$$[OH^-] = Kb \times \frac{\alpha}{(1-\alpha)} = 1{,}8\times10^{-5} \times \frac{0{,}541}{0{,}459} = 2{,}12\times10^{-5} \Rightarrow pOH = 4{,}67$$

pH = 9,33

Se o único interesse for a determinação do pH da solução, o caminho mais rápido é usar a seguinte técnica:

$$[H^+] = Ka \times \frac{[HCN]}{[CN^-]} = Ka \times \frac{M\alpha}{M(1-\alpha)} = Ka \times \frac{\alpha}{(1-\alpha)}$$

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = Kb \times \frac{M\alpha}{M(1-\alpha)} = Kb \times \frac{\alpha}{(1-\alpha)}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{Ka}{Kb}$$

Meus alunos, bem-humorados, chamam a relação acima de **Fórmula de Nelson**.

Multiplicando por $\frac{[H^+]}{[H^+]}$, temos $\frac{[H^+]^2}{Kw} = \frac{Ka}{Kb} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{\frac{Ka \times Kw}{Kb}}$.

Aplicando valores numéricos:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{Ka \times Kw}{Kb}} = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-10} \times 1,0 \times 10^{-14}}{1,8 \times 10^{-5}}} = 4,71 \times 10^{-10} \Rightarrow pH = 9,33.$$

02 Situação inicial, $NH_3(aq)$ apenas, solução 0,1 M. Podemos ter uma boa aproximação de α através de:

$$\alpha = \sqrt{\frac{Kb}{M}} = \sqrt{\frac{1,8 \times 10^{-5}}{0,1}} = 1,342 \times 10^{-2} \ (1,342\%)$$

Situação final, um tampão formado. Usando Henderson-Hasselbalch:

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} \Rightarrow [OH^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{0,1}{1} = 1,8 \times 10^{-6}$$

$$[OH^-] = M \times \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{[OH^-]}{M} = \frac{1,8 \times 10^{-6}}{0,1} = 1,8 \times 10^{-5}$$

A relação entre os graus de ionização é:

$$\frac{1,342 \times 10^{-2}}{1,8 \times 10^{-5}} \cong 745 \text{ vezes}$$

03 Aplicando Henderson-Hasselbalch, temos:

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{0,3}{1,2} = 4,5 \times 10^{-6}$$

$pOH = 5,35 \Rightarrow pH = 8,65$

04 Uma solução dilui a outra. Calculando as novas concentrações:

$$[NH_4^+] = \frac{20}{50} \times 0,05 = 0,02$$

$$[NH_3] = \frac{30}{50} \times 0,20 = 0,12$$

Aplicando Henderson-Hasselbalch, temos:

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{0,12}{0,02} = 1,08 \times 10^{-4}$$

pOH = 3,97 ⇒ pH = 10,03

05

a) Em 60 mL de solução de NH_3 1,20 M existem 60 × 1,2 = 72 mmols de NH_3, e em 60 mL de solução de NH_4^+ 0,800 M existem 60 × 0,800 = 48 mmols de NH_4^+. Usando Henderson-Hasselbalch, tem-se:

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{72}{48} = 2,7 \times 10^{-5}$$

pOH = 4,57 ⇒ pH = 9,43

b) 10 mL de HCl 0,9 M correspondem a 10 × 0,9 = 9 mmols de HCl. A neutralização se dará através de:

NH_3	+	H^+	→	NH_4^+
72 mmols		9 mmols		48 mmols
63 mmols		0		57 mmols

Usando Henderson-Hasselbalch, tem-se:

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{63}{57} = 1,99 \times 10^{-5}$$

pOH = 4,70 ⇒ pH = 9,30

Observe que, como era esperado, o pH diminuiu, mas pouco: 9,43 - 9,30 = 0,13.

c) 15 mL de $Ba(OH)_2$ 0,1 M correspondem a 15 × 0,1 × 2 =3 mmols de OH^-. A neutralização se dará através de:

NH_4^+	+	OH^-	→	NH_3	+	H_2O
48 mmols		3 mmols		72 mmols		-
45 mmols		0		75 mmols		-

Usando Henderson-Hasselbalch, tem-se:

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$[OH^-] = 1{,}8 \times 10^{-5} \times \frac{75}{45} = 3{,}0 \times 10^{-5}$$

pOH = 4,52 $\Rightarrow$ pH = 9,48

Observe que, como era esperado, o pH aumentou, mas pouco: 9,48 - 9,43 = 0,05.

06 Usando Henderson-Hasselbalch, tem-se:

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

Se o pOH é 4,5, $[OH^-] = \sqrt{10} \times 10^{-5}$. Aplicando valores numéricos, temos então:

$$\sqrt{10} \times 10^{-5} = 1{,}8 \times 10^{-5} \times \frac{[NH_3]}{1{,}2}$$

$$[NH_3] = \frac{2\sqrt{10}}{3}$$

Logo, o volume de solução 6 mol/L de NH_3 necessário, em mL, é:

$$V1 \times 6 = 1500 \times \frac{2\sqrt{10}}{3}$$

$$V1 = \frac{500\sqrt{10}}{3} \cong 527 \text{ mL}$$

A massa de NH_4Cl necessária é:

m = 1,2 mol/L × 1,5 L × 53,5 g/mol = 96,30 g

07 $pH = 4,5 \Rightarrow [H^+] = \sqrt{10} \times 10^{-5}$

Podemos trabalhar diretamente com o número de mols, uma vez que o volume da solução é único. As massas molares do ácido propiônico e do propionato de sódio são, respectivamente, 74 g/mol e 96 g/mol. Logo, aplicando Henderson-Hasselbalch:

$$[H^+] = Ka \times \frac{[HPr]}{[Pr^-]}$$

$$\sqrt{10} \times 10^{-5} = 1,34 \times 10^{-5} \times \frac{\frac{m}{74}}{\frac{75}{96}}$$

$$m = \frac{25 \times 74 \times \sqrt{10}}{1,34 \times 32} = 136,43\ g$$

08 A precipitação terá início quando o Kps for atingido.

$$Kps = [Fe^{3+}] \times [OH^-]^3 = 6 \times 10^{-38}$$

$$[OH^-] = \sqrt[3]{\frac{6 \times 10^{-38}}{2 \times 10^{-6}}} = 3,11 \times 10^{-11}$$

09 A maneira clássica de se resolver problemas quando há um íon comum é:

Na_2SO_4	$\rightarrow$	$2\ Na^+$	+	SO_4^{2-}
0,1 M		0,2 M		0,1 M

$BaSO_4$	$\leftrightarrows$	Ba^{2+}	+	SO_4^{2-}
		x		x

Logo, $[Ba^{2+}] = x$ e $[SO_4^{2-}] = 0,01 + x$. A simplificação usual é $0,01 + x \cong 0,01$. Logo:

$$[Ba^{2+}] \times [SO_4^{2-}] = x \times 0,01 = 1,5 \times 10^{-9}$$

$$[Ba^{2+}] = 1,5 \times 10^{-7}\ mol/L$$

10 A solução de KNO_3 não apresenta íon em comum com o $Al(OH)_3$, não interferindo em sua solubilidade:

$Al(OH)_3$	$\rightarrow$	Al^{3+}	+	$3\ OH^-$
		M		3 M

$$Kps = [Al^{3+}] \times [OH^-]^3 = M \times (3\,M)^3 = 27\,M^4$$

$$27\,M^4 = 5 \times 10^{-33} \Rightarrow M = \sqrt[4]{\frac{5 \times 10^{-33}}{27}} = 3{,}69 \times 10^{-9}\ mol/L$$

11 Calculamos o produto das concentrações no instante da mistura. Se são misturados volumes iguais das soluções, as molaridades se reduzem à metade. Logo:

$$[Pb^{2+}] = \frac{0{,}1}{2} = 5{,}0 \times 10^{-2}$$

$$[Cl^-] = \frac{0{,}01}{2} = 5{,}0 \times 10^{-3}$$

$$[Pb^{2+}] \times [Cl^-]^2 = 5{,}0 \times 10^{-2} \times (5{,}0 \times 10^{-3})^2 = 1{,}25 \times 10^{-6} < 1{,}6 \times 10^{-5}$$

Logo, não haverá precipitação.

12 A precipitação se inicia quando Kps é atingido. Logo:

$$Kps = [Mg^{2+}] \times [OH^-]^2 = 1{,}0 \times 10^{-2} \times [OH^-]^2 = 8{,}9 \times 10^{-12}$$

$$[OH^-] = \sqrt{8{,}9 \times 10^{-10}} = 2{,}98 \times 10^{-5}$$

$pOH = 4{,}53 \Rightarrow pH = 9{,}47$

13 A precipitação tem início quando $[Ag^+] \times [Cl^-] = Kps$.

$$[Ag^+] = \frac{1{,}78 \times 10^{-10}}{1{,}0 \times 10^{-4}} = 1{,}78 \times 10^{-6}$$

14 Primeiramente determinamos o Kps do $BaSO_4$.

$$Kps = M^2 = (1{,}0 \times 10^{-5})^2 = 1{,}0 \times 10^{-10}$$

K_2SO_4	$\rightarrow$	$2\ K^+$	+	SO_4^{2-}
0,1 M		0,2 M		0,1 M

$BaSO_4$	$\leftrightarrows$	Ba^{2+}	+	SO_4^{2-}
		x		x

Logo, $[Ba^{2+}] = x$ e $[SO_4^{2-}] = 0{,}1 + x$. A simplificação usual é $0{,}1 + x \cong 0{,}1$. Logo:

$$[Ba^{2+}] \times [SO_4^{2-}] = x \times 0{,}1 = 1{,}0 \times 10^{-10}$$
$$[Ba^{2+}] = 1{,}0 \times 10^{-9}\ \text{mol/L}$$

15 Sendo M a molaridade da solução saturada, temos que $Kps = M^2$. Calculando M:

$$M = \frac{m}{V \times MM} = \frac{0{,}11 \times 10^{-3}}{1 \times 187{,}8} = 5{,}86 \times 10^{-7}\ \text{mol/L}$$

$Kps = M^2 = 3{,}43 \times 10^{-13}$
Este resultado está de acordo com o encontrado na literatura.

16 Montando o equilíbrio:

$AB_2C_3(s)$	$\leftrightarrows$	$A^+(aq)$	+	$2\ B^+(aq)$	+	$3\ C^-(aq)$
		M		2 M		3 M

3 M = 0,003, logo M = 0,001 e 2 M = 0,002.
$Kps = M \times (2\ M)^2 \times (3\ M)^3 = 108\ M^6$
$Kps = 108 \times 0{,}001^6 = 1{,}08 \times 10^{-16}$

17
a) Sendo M a molaridade da solução saturada, temos:

$Ca(IO_3)_2(s)$	$\leftrightarrows$	$Ca^{2+}(aq)$	+	$2\ IO_3^-(aq)$
		M		2 M

$$Kps = \left[Ca^{2+}\right] \times \left[IO_3^-\right]^2 = M \times (2\,M)^2 = 4\,M^3$$

$$4\,M^3 = 6{,}4 \times 10^{-9} \Rightarrow M = \sqrt[3]{\frac{6{,}4 \times 10^{-9}}{4}} = 1{,}17 \times 10^{-3}$$

$m = M \times V \times MM$

$m = 1{,}17 \times 10^{-3}$ mol/L $\times$ 500 mL $\times$ 389,9 g/mol $\cong$ 228 mg

b) $\left[Ca^{2+}\right] \times \left[IO_3^-\right]^2 = Kps$

$$\left[Ca^{2+}\right] = \frac{6{,}4 \times 10^{-9}}{0{,}2^2} = 1{,}6 \times 10^{-7}$$

$m = M \times V \times MM$

$m = 1{,}6 \times 10^{-7}$ mol/L $\times$ 500 mL $\times$ 40,1 g/mol = $3{,}21 \times 10^{-3}$ mg

18 Sendo M a molaridade da solução saturada, temos:

$Ag_2SO_4(s)$	$\rightleftarrows$	$2\ Ag^+(aq)$	+	$SO_4^{2-}(aq)$
		2 M		M

$$Kps = \left[Ag^+\right]^2 \times \left[SO_4^{2-}\right] = (2\,M)^2 \times M = 4\,M^3$$

Aplicando o valor numérico, temos:

$Kps = 4 \times 0{,}026^3 = 7{,}03 \times 10^{-5}$

Este resultado está de acordo com o encontrado na literatura.

19 A molaridade da solução saturada é $\frac{A}{0{,}5} = 2\,A$ mol/L. Logo:

$Ag_3PO_4(s)$	$\rightleftarrows$	$3\ Ag^+(aq)$	+	$PO_4^{3-}(aq)$
		6 A		2 A

$$Kps = \left[Ag^+\right]^3 \times \left[PO_4^{3-}\right] = (6\,A)^3 \times 2\,A = 432\,A^4$$

20 Chamando de M a molaridade da solução saturada, tem-se:

$Ca_3(PO_4)_2(s)$	$\rightleftarrows$	$3\ Ca^{2+}(aq)$	+	$2\ PO_4^{3-}(aq)$
		3 M		2 M

$$Kps = \left[Ca^{2+}\right]^3 \times \left[PO_4^{3-}\right]^2 = (3\,M)^3 \times (2\,M)^2 = 108\,M^5$$

$$108\,M^5 = A \Rightarrow M = \sqrt[5]{\frac{A}{108}}$$

21 Para que a solução esteja no limiar de precipitação, é necessário que $\left[Mn^{2+}\right] \times \left[OH^-\right]^2 = Kps$.

Se pH = 8,6, então pOH = 5,4 e $\left[OH^-\right] = 3{,}98 \times 10^{-6}$. Logo:

$$\left[Mn^{2+}\right] \times \left(3{,}98 \times 10^{-6}\right)^2 = 1{,}9 \times 10^{-13}$$

$$\left[Mn^{2+}\right] = \frac{1{,}9 \times 10^{-13}}{\left(3{,}98 \times 10^{-6}\right)^2} = 1{,}20 \times 10^{-2}$$

m = M × V × MM

m = 1,20 × 10^{-2} mol/L × 100 mL × 54,9 g/mol = 65,82 mg

22 Montando os equilíbrios:

$PbS(s) + CrO_4^{2-}(aq)$	$\leftrightarrows$	$PbCrO_4(s) + S^{2-}(aq)$	K3
$PbSO_4(s)$	$\leftrightarrows$	$Pb^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$	Kps
$PbCrO_4(s) + 2\ I^-(aq)$	$\leftrightarrows$	$PbI_2(s) + CrO_4^{2-}(aq)$	$\frac{1}{K2}$
$PbI_2(s) + SO_4^{2-}(aq)$	$\leftrightarrows$	$PbSO_4(s) + 2\ I^-(aq)$	$\frac{1}{K1}$

Assim sendo, o Kps do PbS é $\frac{K3 \times Kps}{K1 \times K2}$. Introduzindo dados numéricos, temos:

$$\frac{K3 \times Kps}{K1 \times K2} = \frac{7{,}5 \times 10^{-8} \times 1{,}1 \times 10^{-8}}{4{,}6 \times 10^{-1} \times 4{,}3 \times 10^{12}} = 4{,}17 \times 10^{-28}$$

Este resultado está de acordo com o encontrado na literatura.

23 Montando os equilíbrios:

$BaCrO_4(s) + SO_4^{2-}(aq)$	$\leftrightarrows$	$BaSO_4(s) + CrO_4^{2-}(aq)$	K2
$Ba(IO_3)_2(s)$	$\leftrightarrows$	$Ba^{2+}(aq) + 2\ IO_3^-(aq)$	Kps
$BaSO_4(s) + 2\ F^-(aq)$	$\leftrightarrows$	$BaF_2(s) + SO_4^{2-}(aq)$	$\frac{1}{K3}$
$BaF_2(s) + 2\ IO_3^-(aq)$	$\leftrightarrows$	$Ba(IO_3)_2(s) + 2\ F^-(aq)$	$\frac{1}{K1}$

Assim sendo, o Kps do $BaCrO_4$ é $\frac{K2 \times Kps}{K1 \times K3}$. Introduzindo dados numéricos, temos:

$$\frac{K2 \times Kps}{K1 \times K3} = \frac{2{,}73 \times 6 \times 10^{-10}}{3{,}53 \times 10^{-4} \times 1{,}55 \times 10^{4}} = 2{,}99 \times 10^{-10}$$

Este resultado está de acordo com o encontrado na literatura.

24 A primeira ionização é praticamente completa, com grau de ionização muito próximo de 1. Logo:

	H_2SO_4	$\rightarrow$	H^+	+	HSO_4^-
início	M		0		0
estequiometria	M		M		M
equilíbrio	0		M		M

Nosso interesse é a segunda ionização:

	HSO_4^-	$\leftrightarrows$	H^+	+	SO_4^{2-}
início	M		M		0
estequiometria	$M\alpha$		$M\alpha$		$M\alpha$
equilíbrio	$M(1-\alpha)$		$M(1+\alpha)$		$M\alpha$

Assim:

$$K = \frac{M(1+\alpha) \times M\alpha}{M(1-\alpha)} = \frac{M(\alpha^2 + \alpha)}{1-\alpha}$$

Aplicando valores numéricos, temos:

$$\frac{1,1\times10^{-2}(\alpha^2+\alpha)}{1-\alpha}=1,1\times10^{-2}$$

$$\alpha^2+\alpha=1-\alpha \Rightarrow \alpha^2+2\alpha-1=0$$

$$\alpha=\sqrt{2}-1=0,414\ (41,42\%)$$

Assim sendo, temos:

$$[H^+]=1,1\times10^{-2}\times(1+0,414)=1,56\times10^{-2}\ (pH=1,81)$$

$$[SO_4^{2-}]=1,1\times10^{-2}\times0,414=4,56\times10^{-3}$$

$$[HSO_4^-]=1,1\times10^{-2}\times0,586=6,44\times10^{-3}$$

25 Problema clássico, no qual se admite que todo o H^+ é originado do ácido forte, estando inibida a ionização do ácido fraco. Se o pH é 3,40, temos então que $[H^+]=3,98\times10^{-4}$.

$$Ka1\times Ka2=\frac{[HS^-]\times[H^+]}{[H_2S]}\times\frac{[S^{2-}]\times[H^+]}{[HS^-]}=\frac{[H^+]^2\times[S^{2-}]}{[H_2S]}$$

$$[S^{2-}]=\frac{Ka1\times Ka2\times[H_2S]}{[H^+]^2}=\frac{1\times10^{-7}\times1,3\times10^{-13}\times0,08}{(3,98\times10^{-4})^2}=6,56\times10^{-15}$$

26 Novamente um problema clássico. O ânion HCO_3^- é anfiprótico, e tem dois "caminhos":

(1) $HCO_3^- \leftrightarrows CO_3^{2-} + H^+$, no qual se comporta como um ácido, Ka2 = $4,7\times10^{-11}$.

(2) $HCO_3^- + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3 + OH^-$, no qual se comporta como uma base, e o K desta reação é a constante de hidrólise, que pode ser calculada por $Kh=\frac{Kw}{Ka1}=\frac{1,0\times10^{-14}}{4,4\times10^{-7}}=2,27\times10^{-8}$.

Observe que o segundo "caminho" é o "mais forte" ($2,27\times10^{-8} > 4,7\times10^{-11}$), e que por isto a solução do sal $NaHCO_3$ vai ser básica (pH > 7).

A chave da solução deste problema é a compreensão de que tanto $[H^+]$ quanto $[OH^-]$ serão baixas, e não serão determinantes no balanço de cargas. Esta hipótese deverá obrigatoriamente ser verificada ao final.

Assim sendo, o balanço de cargas será essencialmente o seguinte: para cada íon HCO_3^- que se transforma em H_2CO_3, ou seja, se neutraliza, um íon HCO_3^- tem que se transformar em CO_3^{2-} (próton ganho, próton perdido). Um único cátion, Na^+, contrabalançará as cargas de HCO_3^- e CO_3^{2-}. Assim:

	HCO_3^-	⇆	CO_3^{2-}	+	H^+
início	M		0		0
estequiometria	x		x		x
equilíbrio	M – x		x		x

	HCO_3^-	+	H_2O	⇆	H_2CO_3	+	OH^-
início	M		–		0		0
estequiometria	x		–		x		x
equilíbrio	M – x		–		x		x

Conjugando estes dois quadros, temos:

$[CO_3^{2-}] = [H_2CO_3] = x$ e $[HCO_3^-] = M - 2x \cong M$ (outra hipótese a verificar: 2 x é pequeno frente a M).

Aplicando estas concentrações nas expressões de Ka2 e Kh, temos:

$$Ka2 = \frac{x \times [H^+]}{M} \text{ e } Kh = \frac{x \times [OH^-]}{M}.$$

Dividindo estas expressões, temos:

$$\frac{Ka2}{Kh} = \frac{\dfrac{x \times [H^+]}{M}}{\dfrac{x \times [OH^-]}{M}} \Rightarrow \frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{Ka1 \times Ka2}{Kw}$$

Multiplicando por $\dfrac{[H^+]}{[H^+]}$ o lado esquerdo, temos:

$$\frac{[H^+]^2}{Kw} = \frac{Ka1 \times Ka2}{Kw} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{Ka1 \times Ka2}$$

Introduzindo dados numéricos:

$$[H^+] = \sqrt{4,4 \times 10^{-7} \times 4,7 \times 10^{-11}} = 4,55 \times 10^{-9}$$

pH = 8,34

Observe que $[OH^-] = 2,20 \times 10^{-6}$, e isto verifica a primeira hipótese, de que $[H^+]$ e $[OH^-]$ seriam baixas, e não significativas para o balanço de cargas.

Voltando, por exemplo, à expressão de Ka2, podemos calcular x para a verificação da hipótese de que 2 x é pequeno frente a M.

$$x = \frac{Ka2 \times M}{[H^+]} = \frac{4,7 \times 10^{-11} \times 0,52}{4,55 \times 10^{-9}} = 5,37 \times 10^{-3}$$

A hipótese de que 2 x é pequeno frente a M está verificada: $1,07 \times 10^{-2}$ comparado a 52×10^{-2}.

Esta expressão simples ($[H^+] = \sqrt{Ka1 \times Ka2}$) pode ser usada sempre a solução do sal for "moderadamente concentrada" (na prática, $M \geq 0,1$ mol/L). Ela perde validade para valores de M muito pequenos (solução diluída), uma vez que teremos a usual convergência dos valores de pH e pOH para 7.

27

a) Como demonstrado anteriormente para soluções "moderadamente concentradas":

$[H^+] = \sqrt{Ka1 \times Ka2}$. Aplicando valores numéricos, temos:

$$[H^+] = \sqrt{5,9 \times 10^{-3} \times 6,2 \times 10^{-8}} = 1,91 \times 10^{-5}$$

pH = 4,72

Se causa surpresa o fato de que um sal proveniente de base forte e ácido moderado tenha solução ácida, atente para que as reações que determinam o caráter ácido ou básico da solução são:

Pela acidez: $H_2PO_4^- \rightleftarrows H^+ + HPO_4^{2-}$ $\quad Ka2 = 6,2 \times 10^{-8}$

Pela basicidade: $H2PO_4^- + H_2O \leftrightarrows H_3PO_4 + OH^-$ $Kh = \frac{Kw}{Ka1} = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{5,9 \times 10^{-3}} =$

$1,69 \times 10^{-12}$

Agora é natural perceber que predominará a acidez: Ka2 > Kh

b) Adaptando a expressão anteriormente demonstrada para o caso atual:

$\left[H^+\right] = \sqrt{Ka2 \times Ka3}$. Aplicando valores numéricos, temos:

$\left[H^+\right] = \sqrt{6,2 \times 10^{-8} \times 4,8 \times 10^{-13}} = 1,73 \times 10^{-10}$

pH = 9,76

Show do Milhão

01 e

Vamos analisar afirmação por afirmação:

I	**certa**	HCl gasoso é incolor, como todos os haletos de hidrogênio.
II	errada	A solução aquosa de HCl de baixa pureza, conhecida como ácido muriático, é em geral amarelada pela presença de cátions $Fe^{2+}(aq)$.
III	**certa**	Como o HCl é polar e a água é polar, é esperável uma elevada solubilidade do HCl(g) em água. Como o HCl é um ácido forte, a ionização é quase completa.
IV	**certa**	Como o HCl é polar e o benzeno é apolar, é esperável uma baixa solubilidade do HCl(g) em benzeno.
V	errada	Certamente o HCl não é bastante solúvel em benzeno, mas o HCl que se dissolve em benzeno não se ioniza.
VI	**certa**	Atualmente o HCl se produz industrialmente pela reação direta entre $H_2(g)$ e $Cl_2(g)$. A palavra queima se refere à oxidação do hidrogênio e redução do cloro.

02 e

Vamos analisar opção por opção:

a)	certa	O latão é uma liga metálica de cobre e zinco, com percentagens deste último entre 3% e 45%. Ocasionalmente se adicionam pequenas quantidades de outros elementos (como Al, Sn, Pb ou As) para potenciar algumas das características da liga.
b)	certa	O bronze é o nome com o qual se denomina toda uma série de ligas metálicas que tem como base o cobre e liga principal o estanho e proporções variáveis de outros elementos (como Zn, Al, Sb, Ni, P, Pb) com o objetivo de obter características superiores às do cobre.
c)	certa	Alumínio e zinco são metais anfóteros, e reagem tanto com ácidos quanto com bases. Exemplos de reação com bases: $Zn + 2\ OH^- + 2\ H_2O \rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-} + H_2$ $Al + OH^- + 3\ H_2O \rightarrow [Al(OH)_4]^- + 3/2\ H_2$

d) certa Este processo se chama aluminotermia: $Cr_2O_3 + 2\ Al \rightarrow Al_2O_3 + 2\ Al$

e) **falsa** O cobre é um dos metais menos abundantes da crosta terrestre (apenas 0,12% do mais abundante, o alumínio). Tem fácil obtenção, é fácil reduzir seus minérios. O principal problema é a pobreza do metal nos minerais.

03 e

A **celulose** $(C_6H_{10}O_5)n$ é um polímero de "cadeia longa" composto de um só monômero (glicose), classificado como polissacarídeo ou carboidrato. É um dos principais constituintes das paredes celulares das plantas (cerca de 33% do peso da planta), em combinação com a lignina, com hemicelulose e pectina e não é digerível pelo homem, constituindo uma fibra dietética. Além da madeira, que possui diferentes proporções de celulose dependendo do tipo e tratamento, a indústria têxtil usa fibras vegetais naturais, como o algodão (formado em 99,8% de celulose), a juta, o cânhamo, o rami e o linho, que também possuem grande proporção desse polissacarídeo.

04 e

No vidro temos sílica, atacável pelo NaOH. Alumínio, zinco e ferro são metais anfóteros, também atacáveis pelo NaOH.

05 d

Alumínio metálico é obtido por eletrólise.

06 e

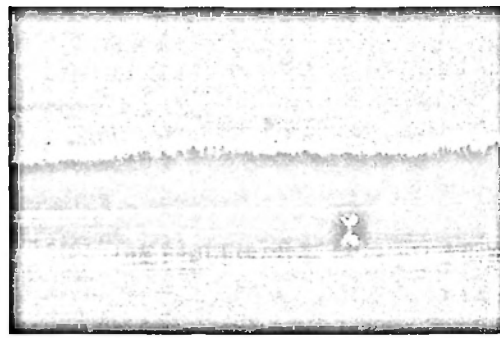
Carvão fóssil contém enxofre como impureza. Logo, produz $SO_2(g)$ ao ser queimado. Assim sendo, chuva ácida devido ao SO_2.

07 e

Definição da ANVISA: Fermento químico é o produto formado de substância ou mistura de substâncias químicas que, pela influência do calor e/ou umidade, produz desprendimento gasoso capaz de expandir massas elaboradas com farinhas, amidos ou féculas, aumentando-lhes o volume e a porosidade.

A reação entre o ácido tartárico e o bicarbonato de sódio libera $CO_2(g)$.

08 e



Fogo-fátuo

O **fogo-fátuo** (*ignis fatuus* em latim), também chamado de fogo tolo ou, no interior do Brasil, fogo corredor ou joão-galafoice, é uma luz azulada que pode ser avistada em cemitérios, pântanos, brejos, etc. É resultado da inflamação espontânea do gás dos pântanos (metano), resultante da decomposição de plantas e animais mortos típicos do ambiente.

Os indígenas do Brasil Central o chamam de *boitatá* (*boi* = cobra; **tatá** = fogo, em tupi-guarani) e significa para eles o espírito que corre atrás dos que tentam incendiar os campos.

Quando um corpo orgânico começa a entrar em putrefação, ocorre a emissão do gás metano (CH_4). O metano, em condições especiais de pressão e temperatura, em local não ventilado, começa a sair do solo e se misturar com o oxigênio do ar. Em uma porcentagem de aproximadamente 28%, o metano se inflama espontaneamente, sem necessidade de uma faísca. Forma uma chama azulada, de curta duração, gerando um pequeno ruído.

Fonte: ***Wikipédia***

09 e

O menor comprimento de onda de luz visível é o do violeta, 400 nm; o maior é o do vermelho, de 760 nm.

Comprimentos de ligação são definidos como a distância entre os centros dos átomos ligados, e variam de 74 pm para a ligação H – H até por volta de 200 pm para átomos grandes. As ligações C – C variam de 120 pm até 154 pm. A distância de ligação H – O é 96 pm.

Assim, IV < III < I < II.

10 a

Cloridreto, HCl(g), é o único gás.

Entre os líquidos, os pontos de ebulição são ordenados propanona < água < ácido sulfúrico.

O chumbo é o único sólido.

Como curiosidade, aqui estão os pontos de ebulição:

I	IV	III	II	V
cloridreto	propanona	água	ácido sulfúrico	chumbo
-85 °C	56,2 °C	100 °C	340 °C	1750 °C

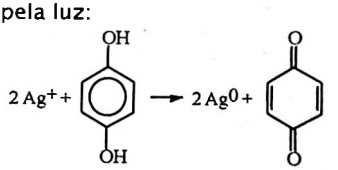
11 c

Entre os líquidos "normais", temos $\rho(\text{óleo}) < \rho(\text{água}) < \rho(\text{ácido})$. Os valores são, respectivamente, em g/cm³, 0,9; 1,0 e 1,84. Entre os dois metais, temos $\rho(\text{Fe}) < \rho(\text{Hg})$, com os valores de 7,86 e 13,6 g/cm³.

12 A adulteração é feita pelo "mix" pedra moída e uréia, de baixíssimo preço. A pedra moída garante a massa, mas não tem nitrogênio - que será testado. Como na uréia o teor de nitrogênio é maior do que na proteína, o "mix" apresentará o mesmo teor de nitrogênio que o farelo não adulterado. Elementar, meu caro Watson. E vergonhoso também.

13 a

Um filme fotográfico em preto e branco é uma película de acetato de celulose revestida por uma fina camada de gelatina contendo grãos de brometo de prata em suspensão. Este revestimento é denominado **emulsão fotográfica**. A finalidade da gelatina é aumentar a sensibilidade do brometo de prata a se decompor sob a ação da luz. Alguns grãos de brometo de prata se decompõem, parcialmente, sob a ação da luz, formando partículas de Ag_2S na superfície do grão. A revelação do filme é obtida por uma substância orgânica (hidroquinona) denominada **revelador**. A revelação reduz os grãos de brometo de prata sensibilizados a prata metálica, permanecendo sem se alterar os grãos não sensibilizados pela luz:



Deste modo, o filme (**negativo**) apresenta áreas mais escuras (prata metálica) nas zonas que sofreram a ação da luz. Os grãos de brometo de prata, não sensiblizados, são imersos em um banho contendo tiossulfato de sódio, $Na_2S_2O_3 \cdot 5\ H_2O$ (**fixador**) formando um complexo solúvel contendo íons Ag^+.

$$AgBr + 2\ S_2O_3^{2-} \rightleftarrows \left[Ag(S_2O_3)_2\right]^{3-} + Br^-$$

A seguir lava-se com água o negativo.

Uma cópia positiva deste negativo pode ser obtida fazendo incidir a luz através do negativo sobre um papel de cópia que contém emulsão de brometo de prata. Depois submete-se o papel de cópia aos processos de **revelação** e **fixação** como se fez com o filme.

14 A questão é bastante antiga (1996), e deixamos seu enunciado intocado, para preservação.

"u.m.a" é a unidade de massa atômica, hoje simbolizada por "u". Seu valor no SI é $1{,}66057 \times 10^{-27}$ kg, aproximadamente.

"MeV" é "mega elétron-volt", onde elétron-volt é a energia adquirida por um elétrons ao atravessar, no vácuo, uma diferença de potencial de 1 volt. Seu valor no SI é $1{,}60219 \times 10^{-19}$ J, aproximadamente.

A equivalêcia 1 u ≡ 931 MeV vem da relação de Einstein, $E = m \times c^2$.

$7Li^{3+}$ é o núcleo do ^7_3Li, e apresenta 3 prótons e 4 nêutrons. Logo, sua massa deveria ser:

$(3 \times 1{,}007276 + 4 \times 1{,}008665)$ u = 7,056488 u

Como é 7,014359 u u, a diferença de massa ($\Delta m = 0{,}042129$ u) foi transformada em energia de ligação (ΔE). Usando a correlação oferecida entre **u** e **MeV, temos** $0{,}042129\ u \times 931 \frac{MeV}{u} = 39{,}22\ MeV$.

15 d

Analisando opção por opção:

a) absurdo — Uma solução 2 molar de ácido carbônico teria 2 mols de CO_2 completamente dissolvidos em 1 L de água e convertidos em H_2CO_3. A solubilidade do CO_2 é de 1,713 L CNTP (aproximadamente $7{,}65 \times 10^{-2}$ mol) em 1 L de água a 0 °C.

b) absurdo — A solubilidade do HCl em água, a 20 °C e 1 atm, é de 42 g / 100 g de solução.

c) absurdo — O dicromato de chumbo, $PbCr_2O_7$, se decompõe em contato com a água. O dicromato de prata, $PbCr_2O_7$, também.

d) possível — É possível obter-se uma solução 98% em massa de H_2SO_4, que é aproximadamente 18 mol/L.

e) absurdo — É impossível obter-se uma solução supersaturada de gás, qualquer que ele seja, por borbulhamento prolongado.

16 Sangue arterial é o que sai dos pulmões, enriquecido com oxigênio, O_2.

Sangue venoso é o que chega aos pulmões, pobre em oxigênio, e rico em gás carbônico, CO_2.

Por difusão, ocorre a passagem do CO_2 do sangue venoso para os alvéolos dos pulmões, onde será eliminado na expiração e, no sentido inverso, do O_2 inspirado pelos pulmões para a hemoglobina do sangue, transformando-o em sangue arterial.

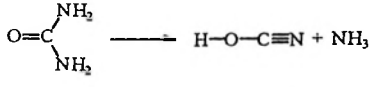
O oxigênio no sangue arterial é transportado, agora na forma de oxiemoglobina, HbO_2, chega até os tecidos, liberando-o para as células, onde será usado na combustão da glicose, com produção de CO_2 e H_2O.

A maior parte do CO_2 produzido no metabolismo celular, cerca de 80%, também é transportado pelo sangue, que se torna venoso, dissolvido na forma de íon bicarbonato, $HCO_3^-(aq)$ e o restante, em torno de 20%, é transportado na forma de carboxiemoglobina, $HbCO_2$.

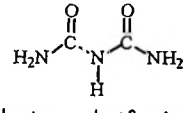
O sangue venoso segue para os pulmões, onde o processo recomeça.

17 a

A uréia é o único composto orgânico da lista. Aquecida acima de seu ponto de fusão (132,7 °C), desproporciona em:



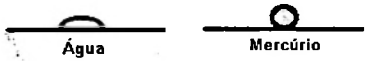
O ácido ciânico condensa com uma segunda molécula de uréia, produzindo biureto:



A 500 °C nada restará destas substâncias.

18

a)



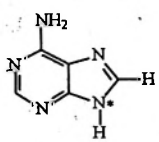
b) O vidro é formado por silicatos, que têm maior interação com as moléculas de água do que com os átomos de mercúrio.

c) Quanto maior a massa das gotas, maior será a força de atração gravitacional, e elas se achatarão.

19

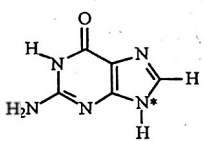
a) Combinando as moléculas de dois anéis com moléculas de um anel a largura da escada fica constante. Portanto, as combinações possíveis são: 1 com 3; 1 com 4; 2 com 3; 2 com 4.

b) Este fato pode ser explicado em função do número de ligações de hidrogênio possíveis entre as bases nos respectivos pares. Num dos casos formam-se duas ligações, e no outro, três. Identificando-as:



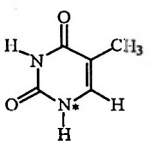
1

adenina



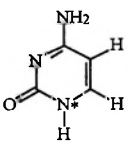
2

guanina



3

timina



4

citosina

Adenina e timina se ligam por 3 *pontes* de *hidrogênio*, e guanina e citosina por 2.

20 a

O material abaixo foi livremente adaptado a partir de verbetes da Wikipédia, em diversas línguas, para atender às solicitações da questão.

Antoine-Laurent de Lavoisier (Paris, 26 de agosto de 1743 – Paris, 8 de maio de 1794) foi um químico francês, considerado o criador da Química moderna. Foi o primeiro cientista a enunciar o princípio da conservação da matéria. Além disso, identificou e batizou o oxigênio, refutou a teoria do *flogisto* e participou na reforma da nomenclatura química. Célebre pela sua frase "Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma."

Lavoisier nasceu numa rica família francesa. Teve uma excelente educação, formou-se em Direito. Nunca chegou a advogado, pois preferia a ciência.

Lavoisier é considerado o pai da Química. Foi ele quem descobriu que a água é uma substância composta, com molécula formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio: H_2O. Esta descoberta foi muito importante para a época, pois segundo a teoria de Aristóteles, que ainda era aceita, a água era um dos quatro elementos terrestres primordiais, a partir dos quais outros materiais eram formados.

Em 1771, Lavoisier casa com uma jovem aristocrata, Marie-Anne Pierrette Paulze. Sua mulher tornou-se num dos seus mais importantes colaboradores, não só devido ao seu conhecimento de línguas (em particular o inglês e o latim), mas também pela sua capacidade de ilustradora. Marie-Anne foi responsável pela tradução para francês de obras científicas escritas em inglês e em latim e ilustrou algumas das experiências mais significativas feitas por Lavoisier.

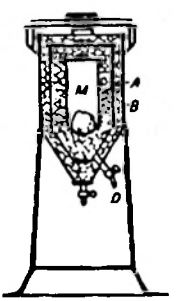
Ele viveu na época em que começava a Revolução Francesa, onde o terceiro estado (camponeses, burgueses e comerciantes) ficaria com o poder da França. Foi morto pela mesma, pois era muito mal visto pela população, que pensava que, por ser de uma família nobre, Lavoisier também participava do corrupto sistema cheio de impostos sobre a sociedade. Foi morto na guilhotina. Joseph-Louis de Lagrange, um im-

portante matemático contemporâneo de Lavoisier disse: "Não bastará um século para produzir uma cabeça igual à que se fez cair num segundo".

Estudo do oxigênio

Lavoisier não descobriu exatamente o oxigênio. Este gás foi descoberto independentemente por dois químicos: Carl Wilhelm Scheele em 1772, e Joseph Priestley em 1774. Em outubro de 1774, Priestley visitou Paris e conversou com Lavoisier sobre as suas experiências. Este fato permitiu a Lavoisier refazer as experiências de Priestley e reformulá-las. Desta forma, Lavoisier compreendeu melhor as características do novo gás (a que Priestley chamava *ar desflogisticado*). Desta forma confirmou que a combustão e a calcinação correspondem à combinação do oxigênio com outros materiais (materiais orgânicos na combustão e metais na calcinação).

As experiências realizadas por Lavoisier envolvendo o oxigênio permitiram-lhe refutar a teoria do flogisto. Lavoisier deu ao novo gás o nome de oxigênio (produtor de ácidos em grego), porque considerava (erradamente) que todas as substâncias originadas de uma calcinação originavam ácidos em que o oxigênio se encontrava obrigatoriamente presente. Em 1789, ele formulou o princípio da conservação da matéria, ou Lei de Conservação das Massas.



A figura ao lado é uma gravura feita por Madame Lavoisier de um calorímetro de pressão constante utilizado por Lavoisier em seus experimentos de termoquímica, vários dos quais levaram ao melhor entendimento da respiração.

Trabalhando para o governo, Lavoisier auxiliou no desenvolvimento do sistema métrico, para assegurar a uniformidade dos pesos e medidas na França.

21 Amedeo Avogadro

Lorenzo Romano **Amedeo** Carlo **Avogadro** di Quaregna e di Cerreto, Conde de Quaregna e Cerreto (9 de agosto de 1776 - 9 de julho de 1856) foi um sábio italiano. Ele é mais conhecido por suas contribuições aos conceitos de mol, massa molecular e por ter formulado a Lei de Avogadro. Em homenagem a ele, o número de partículas elementares (átomos, moléculas, íons ou outras partículas) em um mol de substância, $6{,}022142 \times 10^{23}$, é conhecido como número de Avogadro.

A hipótese de Amedeo Avogadro surgiu para resolver um impasse criado entre Dalton e Gay-Lussac.

Gay-Lussac publicou um trabalho baseado no estudo de várias reações envolvendo gases: a Lei da Combinação de Volumes. Entre as reações estudadas, estava a seguinte reação:

gás hidrogênio	+	gás oxigênio	→	vapor d'água
2 volumes		1 volume		2 volumes

Ao estudar esse trabalho, Dalton percebeu que a relação entre volumes corresponde à mesma relação entre número de partículas:

gás hidrogênio	+	gás oxigênio	→	vapor d'água
2 partículas		1 partícula		2 partículas

Este raciocínio, que iguala o número de partículas ao número de átomos, contrariava as idéias de Dalton (átomos são indivisíveis), pois 1 átomo de oxigênio não poderia ser dividido para formar duas partículas de água. Na época, Dalton tentou desacreditar Gay-Lussac.

Em 1811, Avogadro propôs que Dalton tinha confundido átomos e moléculas e que as moléculas do gás oxigênio deveriam ser diatômicas. Desse modo, 1 molécula de oxigênio poderia produzir 2 moléculas de água:

gás hidrogênio	+	gás oxigênio	→	vapor d'água
2 moléculas		1 molécula		2 moléculas

22 d

O cristal líquido é um estado da matéria intermediário entre o estado sólido e o líquido: um estado *mesomórfico* (do grego *mesos morphe*: entre dois estados).

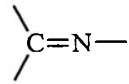
Um líquido é isotrópico: qualquer propriedade física verificada independe da direção da medida. Um sólido, por outro lado, possui planos de simetria, é anisotrópico.

(Fonte: http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/exemplar11.html)

Em geral, as exigências moleculares para um cristal líquido podem ser resumidas como: moléculas longas, razoavelmente rígidas e com dipolos permanentes.

As substâncias **a**, **c** e **e** são sólidas à temperatura ambiente.

O composto **a** é um sólido iônico, possui redes cristalinas definidas. O composto **c** e o composto **e** apresentam ligação de hidrogênio. A substância **b** é um alcano que, pelo número de carbonos, tem característica de líquido à temperatura ambiente, e líquidos comuns são isotrópicos. O composto **d** é o único que contém uma porção planar, permitindo que as moléculas se movimentem, umas sobre as outras, ao longo de um eixo. O grupo



confere a rigidez necessária e o grupo metóxi a polaridade.

23 a

Usam-se gases de etileno que causam estímulos ao metabolismo celular. Este fato é conhecido desde 1940, quando se descobriu que a liberação de etileno pelas frutas cítricas é essencial para o seu amadurecimento. O eteno (etileno) atua como hormônio vegetal; outros hidrocarbonetos, como o propeno e os butenos, têm a mesma atuação. O acetileno (etino), por exemplo, é o mais utilizado nos processos de maturação artificial de frutos.

24 a

Carvão, alcatrão, piche e óleo diesel são misturas de compostos orgânicos formados por carbono e outros elementos químicos. O negro de fumo corresponde a um material particulado sólido constituído, basicamente, de carbono grafite, obtido pela combustão incompleta

de material orgânico. Sendo assim, o negro de fumo é o material de maior concentração de carbono.

O negro de fumo é obtido pela queima controlada de hidrocarbonetos gasosos ou líquidos. É largamente empregado como agente reforçante e como pigmento em borrachas (pneumáticos), tintas industriais e de impressão, plástico, papel, etc. Caracteriza-se por ter partícula de reduzidas dimensões (10 - 500 nm), o que o torna um pó extremamente fino.

Abençoado seja o ETERNO,
que nos outorgou vida para poder concluir esta obra em sua honra!

Referências Bibliográficas

BABOR, Joseph A. e IBARZ AZNÁREZ, José. Química General Moderna. Barcelona: Editorial Marín, 1964.

BORAGE, Libatius. Advanced Potion-Making. London: Obscurus Books, 2005.

BRADY, James E. e HUMISTON, Gerard. E. Química Geral. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1994.

GENTIL, Vicente. Corrosão. Rio de Janeiro: Editora Gunabara, 1987.

HARVEY, Kenneth B. e PORTER, Gerald B. Introduction to Physical Inorganic Chemistry. Reading: Addison-Wesley Publishing Company, 1963.

HOFFMANN, Roald e TORRENCE, Vivian. Chemistry imagined: reflections on Science. Washington: Smithsonian Institution Press, 1993.

JIGGER, Arsenius. Magical Drafts and Potions. London: Obscurus Books, 1997.

KAPLAN, Irving. Nuclear Physics. Reading: Addison-Wesley Publishing Company, 1969.

LANGE, Norbert A. Handbook of Chemistry. New York: McGraw-Hill Book Company, 1966.

MAHAN, Bruce H. University Chemistry. Palo Alto: Addison-Wesley Publishing Company, 1966.

MORRISON, Robert T. e BOYD, Robert N. Organic Chemistry. Boston: Allyn and Bacon, 1963.

PAULING, Linus. Química Geral. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1972.

PAULING, Linus. Uniones Químicas. Buenos Aires: Editorial Kapelusz, 1965.

OHLWEILER, Otto Alcides. Química Inorgânica, volumes I e II. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1971.

RODGERS, Glen E. Química Inorgânica. Madrid: McGraw-Hill, 1994.

ROSENBERG, Jerome L. e EPSTEIN, Lawrence M. Química Geral. Porto Alegre: Bookman, 2003.

SIENKO, Michell J. e PLANE, Robert A. Química. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1972.

UCKO, David A. Química para as Ciências da Saúde. São Paulo: Editora Manole, 1992.

WOLKE, Robert L. O que Einstein disse a seu cozinheiro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

Impressão e acabamento

Gráfica da Editora Ciência Moderna Ltda

Tel: (21) 2201-6662

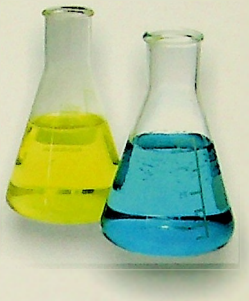
Mais um livro do professor **Nelson Santos**, agora abrangendo todo o conteúdo de Química, em parceria com o professor **Eduardo Campos**, que assumiu a Química Orgânica.

A carência de bons livros de Química voltados para alunos que se preparam para vestibulares de alto nível, como os da **UNICAMP**, do **IME** e do **ITA** ainda é muito grande – buscou-se minimizá-la.

Este livro apresenta mais de **750 questões,** escolhidas nas provas desses concursos das duas últimas décadas, e outras retiradas de outros concursos e do acervo particular dos autores, totalmente resolvidas, passo a passo, sendo as de múltipla escolha comentadas opção por opção.

Nada foi esquecido. São abordadas a Química Geral e Inorgânica, a Físico-Química, a Química Orgânica e Tópicos Especiais, assim distribuídos:

Aspectos Macroscópicos
Estrutura Atômica
Tabela Periódica
Ligações Químicas
Reações Químicas
Relações Numéricas
Gases
Estequiometria
Reações envolvendo Soluções
Propriedades Coligativas das Soluções
Termoquímica e Termodinâmica
Cinética Química
Equilíbrio Químico
Equilíbrio Iônico
Eletroquímica
Radioatividade
Questões Gerais
Reações Orgânicas
Polímeros
Química Descritiva
Práticas de Laboratório
Equilíbrio Iônico Série B
Show do Milhão



Seu **Treinamento em Química** ficará muito mais tranqüilo e intenso!

ISBN 978-85-7393-794-7
9 788573 937947

EDITORA CIÊNCIA MODERNA
WWW.LCM.COM.BR